

CORRECTED
VERSION*

CORRECTED
VERSION**

PCT

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau

Correspond to
JP Pat Laid Open No. 2000-508981



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification 6 : B29D 11/00, B29C 35/08, C08J 7/06	A2	(11) International Publication Number: WO 97/39880	(43) International Publication Date: 30 October 1997 (30.10.97)
---	----	---	--

(21) International Application Number: PCT/US97/06641

(22) International Filing Date: 18 April 1997 (18.04.97)

(30) Priority Data:
08/636,510 19 April 1996 (19.04.96) US

(71) Applicant: Q2100, INC. [US/US]; 4510 Robards Lane,
Louisville, KY 40218 (US).

(72) Inventors: BUAZZA, Omar, M.; 503 Palisades Court,
Louisville, KY 40223 (US). LUETKE, Stephen, C.; 3006
Whiteway Avenue, Louisville, KY 40205 (US). POWERS,
Galen, R.; 4405 Saratoga Hill Road, Louisville, KY 40299
(US).

(74) Agent: MEYERTONS, Eric, B.; Conley, Rose & Tayon, P.O.
Box 3267, Houston, TX 77253-3267 (US).

(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, BA, BB, BG, CA, CH,
CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL,
IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,
LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO,
RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ,
VN, YU, ARIPO patent (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published

Without international search report and to be republished
upon receipt of that report.

(54) Title: METHODS AND APPARATUS FOR EYEGLOSS LENS CURING USING ULTRAVIOLET LIGHT AND IMPROVED COOLING

(57) Abstract

Method and apparatus for making and coating a plastic lens. Oxygen barrier containing photoinitiator is used to cure incompletely cured lens portions. Radiation pulses are used to control lens curing rate. Lens is postcured while in a mold cavity using a conductive heat source. Air may be directed toward the mold cavity to help remove heat from the lens. An in-mold scratch resistant coating may be formed from two separate material which both contain a photoinitiator.

* (Referred to in PCT Gazette No. 2/1998, Section II)

*(Referred to in PCT Gazette No. 06/1998, Section II)

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-508981

(P2000-508981A)

(43) 公表日 平成12年7月18日 (2000. 7. 18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコート* (参考)
B 2 9 D 11/00		B 2 9 D 11/00	
B 2 9 C 39/02		B 2 9 C 39/02	
C 0 8 J 7/04		C 0 8 J 7/04	P
// B 2 9 K 105:24			

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全184頁)

(21) 出願番号	特願平9-538245	(71) 出願人	キュー2100、インコーポレイテッド アメリカ合衆国、40218 ケンタッキー、 ルイズヴィル、ロバーズ・レイン 4510
(86) (22) 出願日	平成9年4月18日 (1997. 4. 18)	(72) 発明者	ブアッザ、オマー・エム アメリカ合衆国、40223 ケンタッキー、 ルイズヴィル、バリセイズ・コート 503
(85) 翻訳文提出日	平成10年10月19日 (1998. 10. 19)	(72) 発明者	リュートケ、ステイーヴン・シー アメリカ合衆国、40205 ケンタッキー、 ルイズヴィル、ホワイトウェイ・アヴェニ ュー 3006
(86) 国際出願番号	P C T / U S 9 7 / 0 6 6 4 1	(74) 代理人	弁理士 奥山 尚男 (外3名)
(87) 国際公開番号	W O 9 7 / 3 9 8 8 0		
(87) 国際公開日	平成9年10月30日 (1997. 10. 30)		
(31) 優先権主張番号	0 8 / 6 3 6 , 5 1 0		
(32) 優先日	平成8年4月19日 (1996. 4. 19)		
(33) 優先権主張国	米国 (U S)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 紫外線および改良型冷却方式を用いた眼鏡レンズ硬化のための方法および装置

(57) 【要約】

可塑性レンズを作成してコーティングする方法および装置である。光重合開始剤を含む酸素バリアを用いて、不完全に硬化された部分を硬化させる。暴露パルスを用いて、レンズの硬化速度を調節する。レンズは、鋳型空洞中で伝導性熱発生源を用いて事後硬化される。空気を前記鋳型空洞に送出して、レンズからの熱の除去を助ける。鋳型内引っかかり抵抗性コーティングを、双方とも光重合開始剤を含有する2つの別々の材料を用いて形成してもよい。

【特許請求の範囲】

1. 液体の重合可能レンズ形成組成物を、少なくとも1つのガスケット、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップと、
第1の紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つに送出して、前記レンズ形成組成物を実質的に硬化させて、前記レンズ形成組成物から背部面、エッジおよび前部面を持つレンズを形成するステップであり、前記レンズの前記エッジに近接した前記レンズ形成組成物の一部分が完全には硬化されないステップと、
前記ガスケットを取り外して前記レンズの前記エッジを暴露するステップと、
前記酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分が、完全には硬化されていないレンズ形成組成物に前記酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分が、完全には硬化されていないレンズ形成組成物に近接するよう、光重合開始剤を含む酸素バリアを前記レンズの前記暴露されたエッジに施すステップと、
第2の紫外線を前記レンズに送出して、前記酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分がレンズ形成組成物の反応を開始させ、それと同時に、前記酸素バリアによって実質的に、前記酸素バリア外部から酸素が、前記レンズ形成組成物の少なくとも一部分に接触しないようにされるステップと
を含むことを特徴とする可塑性眼鏡レンズを製造する方法。
2. 前記レンズ形成組成物が硬化されて、前記レンズを30分未満で形成することを特徴とする請求項1に記載の方法。
3. 前記第1および第2の紫外線が実質的に同様の強度および実質的に同様の波長を有することを特徴とする請求項1に記載の方法。
4. 前記レンズを着色するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
5. 前記ガスケットに近接した前記液体レンズ形成組成物の一部分が、前記第1の紫外線が前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて送出された後でも液体のままであることを特徴とする請求項1に記載の方法。
6. 前記ガスケットに近接した前記液体レンズ形成組成物の一部分が、前記第1の

紫外線が前記鑄型部材の内の少なくとも1つに向けて送出されたあとでも液体のままであり、さらに、前記ガスケットが取り外された後だが、前記第2の紫外線が前記レンズに向けてまだ送出される前に、このような残留液体レンズ形成組成物の少なくとも一部を前記レンズから除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

7. 前記レンズ形成組成物の少なくとも一部分が、前記第2の紫外線の暴露によって硬化されることを特徴とする請求項1に記載の方法。
8. 前記レンズの前記エッジが、前記第2の紫外線が前記レンズに向けて送出された後では実質的に乾燥していることを特徴とする請求項1に記載の方法。
9. 前記ガスケットが取り外される前に第3の紫外線を前記レンズに向けて送出するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
10. 前記酸素バリアを取り外すステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
11. 前記レンズを冷却させるか、または前記レンズを自然に冷却させ、次に前記酸素バリアを取り外すステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
12. 前記酸素バリアが、紫外線に対して少なくとも部分的に透過である柔軟な薄膜を具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。
13. 前記酸素バリアが、紫外線に対して少なくとも部分的に透過である引き延ばし可能な自己シール式薄膜を具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。
14. 前記酸素バリアが、光重合開始剤を浸漬させたポリエチレンを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
15. 前記レンズ形成組成物が、約0.15%未満の光重合開始剤を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
16. 前記酸素バリアが、光重合開始剤を含む溶液を可塑性薄膜に塗布することによって作られる薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。
17. 前記酸素バリアが、エッチング剤および光重合開始剤を含む溶液を可塑性薄

膜に塗布することによって作られる薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

18.前記酸素バリアが、

- (a) 光重合開始剤を含む溶液中に可塑性薄膜を浸漬させるステップと、
- (b) 前記可塑性薄膜を前記溶液から除去するステップと、
- (c) 前記可塑性薄膜を乾燥させるステップと

によって作られる前記薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

19.前記酸素バリアが、

- (a) 光重合開始剤を含む溶液の中に可塑性薄膜を浸漬させるステップと、
- (b) 前記可塑性薄膜を前記溶液から除去するステップと、
- (c) 溶剤を前記可塑性薄膜に加えるステップと、
- (d) 前記可塑性薄膜を乾燥させるステップと

によって作られる前記薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

20.前記酸素バリアが、

- (a) 光重合開始剤およびエッチング剤を含む溶液の中に可塑性薄膜を浸漬させるステップと、
- (b) 前記可塑性薄膜を前記溶液から除去するステップと、
- (c) 溶剤を前記可塑性薄膜に加えるステップと、
- (d) 前記可塑性薄膜を乾燥させるステップと

によって作られる前記薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

21.前記酸素バリアが、約0.025mm未満の厚さを持つ可塑性薄膜を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

22.前記鋳型空洞の1つの鋳型部材を実質的に固体である伝導性熱発生源にあてがい、

- (a) 前記伝導性熱発生源から鋳型部材の面に伝導的に熱を伝達させることと、
 - (b) このような鋳型部材を介して前記レンズの面に熱を伝達させること
- によって前記レンズの前記面に熱を伝導的に印加するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

23.伝導性熱発生源の頂部の上に置かれた柔軟な熱分配器の形状を、前記熱分配器が、前記鋳型空洞の鋳型部材の外側面の形状に実質的に適合するような形状にするステップと、

前記鋳型空洞を前記熱分配器に対して、前記鋳型部材の前記外側が前記形状化された該熱分配器の頂部の上に存在するようにあてがうステップと、

(a) 前記伝導性熱発生源から前記鋳型部材の面に対して熱を伝導的に伝達することと、

(b) 前記鋳型部材を介して前記レンズの前記面に対して熱を伝導的に伝達する、ことと

により前記レンズの前記面に対して伝導的に印加するステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

24.前記鋳型空洞の鋳型部材を柔軟性を有する部材からなる伝導性の熱発生源にあてがうステップであり、

前記柔軟性を有する部材の形状を、前記柔軟性を有する部材が鋳型部材の面に適合するような形状にするステップと、

前記レンズの面に熱を、

(a) 前記伝導性熱発生源から鋳型部材の面に熱を伝導的に印加することと、

(b) このような鋳型部材を介して前記レンズに熱を伝導的に伝達することと

によって伝導的に印加するステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

25.(a) 光重合開始剤を含む溶液に可塑性の薄膜を浸漬するステップと、

(b) 前記可塑性薄膜を前記溶液から除去するステップと、

(c) 前記可塑性薄膜を乾燥させるステップと

を含む、光重合開始剤を含む可塑性の酸素バリア薄膜を作成する方法。

26.前記可塑性薄膜を乾燥させる前に、前記可塑性薄膜に溶剤を加えるステップをさらに含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

27.前記溶液がエッチング剤をさらに含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。

28. 前記可塑性薄膜を前記溶液中に浸漬する前または最中に、前記可塑性薄膜の表面を化学的にエッチングするステップをさらに含むことを特徴とする請求項25に記載の方法。
29. 請求項1に記載の方法によって作成されることを特徴とするレンズ。
30. 少なくとも部分的に紫外線に対して透過である薄膜を具備する酸素バリヤで、前記薄膜がレンズエッジの少なくとも一部分を覆い、これによって、酸素が前記レンズエッジに接触することを防ぐことと、前記薄膜が柔軟で光重合開始剤を含むこととを特徴とするバリヤ。
31. 前記薄膜が高密度のポリエチレンを含むことを特徴とする請求項30に記載のバ
リヤ。
32. 前記薄膜が高密度のポリエチレンの細片を具備し、前記細片が約0.001～0.1mmの厚さを持つことを特徴とする請求項30に記載のバリヤ。
33. 前記薄膜が約0.025mm未満の厚さを持つことを特徴とする請求項30に記載のバリヤ。
34. 液体の重合可能レンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップと、第1の紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて送出して、前記レンズ形成組成物を、背部面、エッジおよび前部面を持ったレンズを形成するように硬化させるステップと、前記鋳型空洞の鋳型部材を実質的に固体の伝導性の熱発生源にあてがうステップと、
(a) 前記伝導性熱発生源から鋳型部材の面に熱を伝導的に伝達することと、
(b) このような鋳型部材を介して前記レンズの面に熱を伝導的に伝達することと
によって前記レンズの前記面に熱を伝導的に印加するステップとを含むことを特徴とする可塑性の眼鏡レンズを作成する方法。

35. 前記鋳型空洞がさらにガスケットを具備し、前記レンズが形成された後であるが、前記鋳型部材の前記面に熱を伝導的に伝達する前に、前記ガスケットを前記鋳型空洞から取り外すステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
36. 前記レンズの前記エッジを処理して、熱を伝導的に印加する前に、不完全に硬化したレンズ形成材料を硬化または除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
37. 熱が実質的に一様に前記鋳型部材の前記面に印加されることを特徴とする請求項34に記載の方法。
38. 前記熱発生源が、鋳型部材の実質的に凸形状の面に実質的に適合するように構成された実質的に凹形状の素子を具備することを特徴とする請求項34に記載の方法。
39. 前記熱発生源が、鋳型部材の実質的に凹形状の面に実質的に適合するように構成された実質的に凸形状の素子を具備することを特徴とする請求項34に記載の方法。
40. 熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で用いるステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
41. 熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で使用して、前記鋳型部材を前記熱発生源から部分的に絶エッジし、その結果、熱が前記熱発生源から前記鋳型部材に徐々に伝達されるようなステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
42. 前記熱発生源の温度をサーモスタットを用いて調節するステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
43. 柔軟な熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で使用するステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
44. 熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で使用するステップをさらに含む、前記熱分配器が粒子を含有する容器を具備することを特徴とする請求項34に記載の方法。

- 45.柔軟な熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で使用するステップをさらに含み、
前記熱分配器が、金属またはセラミック材料の粒子を含有する容器を具備することを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 46.柔軟な熱分配器を前記鋳型部材と前記熱発生源の間で使用するステップと、
前記柔軟な熱分配器の形状を、鋳型部材の面に実質的に適合するようなものとするステップと
さらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 47.1つの鋳型部材の1つの外側面に熱が伝導的に印加されるだけであることを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 48.熱が鋳型部材を介して前記レンズの背部面に印加され、それによって、前記レンズの前記背部面の表面に近接して存在する前記レンズ形成材料の交差結合を向上させることを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 49.前記鋳型部材を介して前記レンズの前記背部面に伝導的に印加されることを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 50.前記レンズを着色するステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 51.前記レンズを染料溶液の中で、前記溶液を実質的に攪拌することなく浸漬することによって前記レンズを着色するステップをさらに含むことを特徴とする請求項34に記載の方法。
- 52.液体の重合可能レンズ形成組成物を、少なくとも1つのガスケット、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップと、
第1の紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つに送出して、前記レンズ形成組成物を、背部面、エッジおよび前部面を持つレンズを形成するように硬化させるステップと、
柔軟性を有する部材の形状を、鋳型部材の面に実質的に適合するような形状と

するステップと、

前記鋳型空洞の鋳型部材を前記柔軟性を有する部材に当てがうステップであり

、前記柔軟性を有する部材が伝導性熱発生源の頂部に存在するステップと、

(a) 前記伝導性熱発生源から鋳型部材の面に熱を伝導的に印加することと、

(b) 前記鋳型部材を介して前記レンズに熱を伝導的に伝達することと

によって前記レンズの面に熱を伝導的に印加するステップと

を含むことを特徴とする可塑性の眼鏡レンズを作成する方法。

53. 前記柔軟性を有する部材が前記伝導性熱発生源に連結されていることを特徴とする請求項52に記載の方法。

54. 請求項52に記載の方法によって作成されることを特徴とするレンズ。

55. (i) 鋳造面および非鋳造面を有する第1の鋳型部材と、

鋳造面および非鋳造面を有する第2の鋳型部材であり、前記第2の鋳型部材が、前記第1の鋳型部材および前記第2の鋳型部材の前記鋳造面が少なくとも部分的に鋳型空洞の輪郭をさだめるように、使用中は前記第1の鋳型部材から分離しておかれる第2の鋳型部材と、

使用中は、前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に対して紫外線を発生して送出する光発生器と

を具備するレンズ形成装置と、

(ii) 使用中は鋳型部材の面に伝導的に熱を印加するようになっている伝導性加熱装置と

を具備することを特徴とする可塑性眼鏡レンズを作成するシステム。

56. 使用中は鋳型部材の非鋳造面に実質的に適合するように構成することが可能である熱分配器を熱発生源の頂部にさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

57. 前記伝導性レンズ加熱装置が、使用中は前記鋳型部材の面に実質的に一様に熱を印加するようになっていることを特徴とする請求項55に記載のシステム。

58. 使用中は鋳型部材の実質的に凹形状の面に実質的に適合するように構成された実質的に凸形状の素子を具備する熱分配器をさらに具備することを特徴とす

る請求項55に記載のシステム。

59.使用中は鋳型部材の実質的に凸形状の面に実質的に適合するように構成された実質的に凹形状の素子を具備する熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

60.使用中は鋳型部材の非鋳造面と前記熱発生源の間に熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

61.使用中は鋳型部材の非鋳造面と前記熱発生源の間に熱分配器をさらに具備すること、

前記鋳型面の前記非鋳造面と前記熱発生源の間に絶縁体をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

62.使用中は前記熱発生源から前記鋳型部材を部分的に絶縁するようになっている熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

63.使用中は前記鋳型部材に前記熱発生源から熱を徐々に伝達するようになっている熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

64.使用中は前記熱発生源をサーモスタットで調整するために接続されているコントローラをさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

65.使用中は鋳型部材の非鋳造面に実質的に適合するような形状にすることができると柔軟性を持つように構成することが可能な熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

66.粒子を含有する容器を具備する熱分配器をさらに具備することを特徴とする請求項55に記載のシステム。

67.粒子を含有する容器を具備する熱分配器をさらに具備し、前記粒子が金属またはセラミック材料を含むことを特徴とする請求項55に記載のシステム。

68.前記伝導性レンズ加熱装置が、使用中は前記レンズの前記背部面に鋳型部材を介して熱を伝導的に印加し、これによって、使用中は前記レンズの前記背部面に近接して存在する前記レンズ形成材料の交差結合を増大させるようになっていることを特徴とする請求項55に記載のシステム。

- 69.前記伝導性レンズ加熱装置が、使用中は前記レンズの前記背部面に鋳型部材を介して熱を伝導的に印加し、これによって、使用中は前記レンズの前記背部面の着色性を向上させることを特徴とする請求項55に記載のシステム。
- 70.液体の重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材で輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、
複数の高強度紫外線パルスを前記レンズ形成組成物に暴露するステップであり、前記パルスの内の少なくとも1つが約1秒未満の持続時間を有するステップと、前記レンズ形成組成物を硬化させて、30分未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップと
を含むことを特徴とする眼鏡レンズを作成する方法。
- 71.前記パルスの内の少なくとも1つが、約0.1秒未満の持続時間を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 72.前記パルスの内の少なくとも1つが、約0.01秒未満の持続時間を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 73.前記鋳型空洞中でパルスに暴露される前記レンズ形成組成物の実質的にすべてにおいて反応が開始するに十分なほど高い強度を前記パルスが有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 74.前記鋳型空洞中でパルスに暴露される前記レンズ形成組成物の実質的にすべてにおいて温度が上昇し始めるに十分なほど高い強度を前記パルスが有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 75.前記パルスが暴露されている間は、前記レンズ形成組成物が比較的低い強度の紫外線に暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 76.前記パルスが前記鋳型空洞の一方の側に暴露されている間に、前記鋳型空洞の他方の側が比較的低い強度の紫外線に暴露されることを特徴とする請求項70に記載のシステム。
- 77.前記パルスが前記鋳型部材の双方を介して暴露されて、前記レンズ形成組成

物に到達することを特徴とする請求項70に記載の方法。

- 78.前記パルスが暴露されている間は、前記レンズ形成組成物が比較的低い強度の紫外線に暴露され、前記比較的低い強度の光線が、前記鑄型空洞の鑄型部材の外側表面上で測定して $0.01 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ 未満の強度を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 79.前記パルスの内の少なくとも1つが、前記鑄型空洞の鑄型部材の外側表面上で測定して少なくとも $0.01 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ の強度を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 80.前記パルスの内の少なくとも1つが、前記鑄型空洞の鑄型部材の外側表面上で測定して少なくとも $0.01 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ 未満の強度を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 81.前記パルスの内の少なくとも1つが、前記鑄型空洞の鑄型部材の外側表面上で測定して少なくとも $1 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ の強度を有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 82.前記レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるに十分な量の紫外線を暴露して、次にパルスを暴露する前に少なくとも5分間だけ待つステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 83.少なくとも5パルスが前記レンズ形成組成物に暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 84.少なくとも10パルスが前記レンズ形成組成物に暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 85.少なくとも20パルスが前記レンズ形成組成物に暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 86.前記眼鏡レンズの平均厚さが少なくとも約 1.5 mm であることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 87.前記眼鏡レンズの平均厚さが少なくとも約 2.0 mm であることを特徴とする請求項70に記載の方法。
- 88.前記パルスが実質的に不連続であることを特徴とする請求項70に記載の方法

- 。
89. 前記レンズ形成組成物が硬化して20分未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズを形成するように、前記パルスが暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
90. 前記レンズ形成組成物が硬化して15分未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズを形成するように、前記パルスが暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
91. 前記鋳型空洞を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
92. 空気を前記鋳型空洞に当てて前記鋳型空洞から熱を除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
93. 空気を冷却させて、次に、冷却された空気を前記鋳型空洞に当てて、前記鋳型空洞から熱を除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
94. 空気を約0℃から約20℃に冷却して、次に、前記冷却した空気を前記鋳型空洞に当てるステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
95. 空気を前記鋳型の面に送出することを特徴とする請求項70に記載の方法。
96. 前記パルスがキセノン光源から放出されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
97. 前記レンズ形成組成物が少なくとも1つのパルスが暴露されている間に紫外線で過飽和するように前記パルスが暴露されることを特徴とする請求項70に記載の方法。
98. 前記形成されたレンズが正值で2ジオプトリより大きい度の強さを有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
99. 前記形成されたレンズが正值で4ジオプトリ未満の度の強さを有することを特徴とする請求項70に記載の方法。
100. 20ジュール/cm²未満のエネルギーが暴露されて、液体から前記レンズ形成組成物を硬化させてレンズを形成することを特徴とする請求項70に記載の方法。

載の方法。

101. 365 nm離れた所で測定して10ジュール/cm²未満の値を持つエネルギーを暴露して、液体から前記レンズ形成組成物を硬化させてレンズを形成することを特徴とする請求項70に記載の方法。
102. コンデンサにエネルギーを蓄積して、次に、前記蓄積されたエネルギーを用いて前記パルスが発生させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
103. 前記パルスが暴露されている間と前記パルスが暴露されていない間に、比較的低いレベルの紫外線を前記レンズ形成組成物に暴露するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
104. 前記レンズ形成組成物の温度によってゲルが形成されるに十分な量の紫外線を暴露して、さらにパルスを暴露する前に少なくとも5分間にわたって鑄型空洞から熱が消散するようにするステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
105. 前記レンズ形成組成物の温度の関数として紫外線を暴露するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
106. 前記鑄型空洞の少なくとも一部分の温度の関数として紫外線を暴露するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
107. 前記鑄型空洞を包んでいるチャンバー内のまたはこれから出ていく空気の温度の関数として紫外線を暴露するステップをさらに含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
108. 液体の重合可能レンズ形成組成物を、少なくとも第1の鑄型部材および第2の鑄型部材によって輪郭を定められる鑄型空洞の中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、前記レンズ形成組成物を硬化させ、前記レンズ形成組成物に複数の高強度紫外線パルスを暴露することによって実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップであり、前記パルスが約1秒未満の持続時間を有し、さらに、前記レンズ形成組成物が硬化して30分間未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズ

を形成するように暴露されるステップと

を含むことを特徴とする眼鏡レンズを作成する方法。

109. 液状の重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第

2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップであり、
前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、

前記レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるように選択された時間にわたって
前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して前記レンズ形成組成物にある強度
を持つ紫外線を暴露するステップと、

前記紫外線の前記強度を減少させて、前記レンズ形成組成物の温度がある選択
された第1の温度にまで上昇しないようにするステップと、

前記レンズ形成組成物の発熱反応によって前記レンズ形成組成物の温度を第2
の温度にまで上昇させるステップであり、前記第2の温度が前記選択された第
1の温度未満であるステップと、

(a) ある強度を持つ紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して前
記レンズ形成組成物に暴露することと、

(b) 前記紫外線の強度を減少させることと

によって実質的に透明な眼鏡レンズを形成するために前記レンズ形成組成物を
硬化させるステップと

を含む、眼鏡レンズを作成する方法において、前記レンズ形成組成物が、約3
0分未満の時間で前記レンズ形成組成物から形成されることを特徴とする方法

。

110. (a) ある強度を持つ紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して
前記レンズ形成組成物に暴露するステップと、

(b) 前記紫外線の強度を減少させるステップと

を繰り返してそして交代で実行して、前記レンズ形成組成物を硬化させて、
実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップをさらに含むことを特徴とす
る請求項109に記載の方法。

111. 前記レンズ形成組成物を、前記第2の温度未満である第3の温度にまで冷却

- させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
112. 前記紫外線の強度を減少させて少なくとも1つのステップで実質的にゼロにすることを特徴とする請求項109に記載の方法。
113. 紫外線を暴露している間に前記鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の非鋳造面に向けて空気を送出することによって前記レンズ形成材料を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
114. 前記紫外線が減少し続ける時間の値が、少なくとも1つのステップで前記レンズ形成組成物の反応速度の関数として変化することを特徴とする請求項109に記載の方法。
115. 前記紫外線が減少し続ける時間の値が、少なくとも1ステップで前記レンズ形成組成物の温度の関数として変化することを特徴とする請求項109に記載の方法。
116. 前記鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の非鋳造面に向けて空気を送出することによって前記レンズ形成組成物を連続的に冷却するステップであり、前記空気が周辺温度にほぼ等しい温度未満の温度を持つステップをさらに有することを特徴とする請求項109に記載の方法。
117. 前記レンズ形成組成物の実質的にすべてが自身のゲル点を越えて反応するまで、前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて前記初期紫外線が暴露されることを特徴とする請求項109に記載の方法。
118. 前記形成組成物の温度を前記第2の温度未満に維持するように前記紫外線の強度を選択するステップをさらに含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
119. 前記組成物の温度を前記第2の温度未満に維持するように前記紫外線が減少する時間を調節することを特徴とする請求項109に記載の方法。
120. 前記鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の非鋳造面に向けて空気を送出することによって前記レンズ形成組成物を連続的に冷却するステップであり、前記空気の温度が約0℃から約20℃までの間にあるステップをさらに含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。

121. 前記レンズ形成組成物が少なくとも約70gの質量を有し、前記選択された第1の温度が華氏約200度未満であることを特徴とする請求項109に記載の方法。
122. 前記レンズ形成組成物が少なくとも約45gの質量を有し、前記選択された第1の温度が華氏約150度未満であることを特徴とする請求項109に記載の方法。
123. 前記選択された第1の温度が、前記レンズ形成組成物が前記紫外線を減少させることなく到達する最大温度であることを特徴とする請求項109に記載の方法。
124. 液状の重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、
前記レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるような選択された第1の期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つに第1の紫外線を暴露するステップと、
前記第1の紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つから除去し、これによって、前記組成物の温度が選択された第1の温度にまで上昇することを防ぐステップと、
(a) 選択された第2の期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つに第2の紫外線を暴露するステップと、

(b) 選択された第3の期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つから前記第2の紫外線を除去するステップと
を繰り返しそして交代で実行することによってレンズ形成を完了させるステップと
を含むことを特徴とする眼鏡レンズを作成する方法。
125. 前記鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の前記面に向けて空気を送出することによって前記レンズ形成組成物を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項124に記載の方法。

126. 前記レンズ形成組成物が硬化されて、30分未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズを形成することを特徴とする請求項124に記載の方法。
127. 液体の重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、
温度が上昇し始めるように、選択された第1の期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて、第1の強度を持つ紫外線を送出するステップと、
前記鋳型部材の内の少なくとも1つから紫外線の前記強度を減少させるステップと、
前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して前記レンズ形成組成物に複数の紫外線パルスを繰り返し送出して、実質的に透明な眼鏡レンズの形成を完了させるステップであり、前記パルスの内の少なくとも1つが第2の期間にわたって持続し、第3の期間が前記パルスの内の少なくとも2つの間の時間間隔の値であるステップと
を含むことを特徴とする眼鏡レンズを作成する方法。
128. 前記パルスがパルス光源から前記レンズ形成組成物に送出されることを特徴とする請求項127に記載の方法。
129. 前記パルスがキセノン光源から前記レンズ形成組成物に送出されることを特徴とする請求項127に記載の方法。
130. 前記第2の期間が約1秒未満であることを特徴とする請求項127に記載の方法。
131. 前記第1の紫外線がパルスという形態で与えられることを特徴とする請求項127に記載の方法。
132. 前記第1の紫外線が、キセノン光源から暴露されるパルスという形態で与えられることを特徴とする請求項127に記載の方法。
133. 前記第1の紫外線がパルス光源からのパルスという形態で与えられ、1秒未満の紫外線に対して前記レンズ形成組成物が暴露されることによってゲルが

形成されることを特徴とする請求項127に記載の方法。

134. 前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて空気を送出して、前記レンズ形成組成物を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項127に記載の方法。
135. 前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて実質的に周辺温度を持つ空気を送出して、前記レンズ形成組成物を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項127に記載の方法。
136. 前記第1の紫外線がキセノン光源からのパルスという形態で与えられ、前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて第1のパルスが送出されてから約30秒未満で前記レンズ形成組成物中の温度が上昇することを特徴とする請求項1278に記載の方法。
137. 反射デバイスから光線を反射させて前記レンズ形成組成物の中に入射させることを特徴とする請求項128に記載の方法。
138. 前記第2の期間が、前記鋳型空洞内の前記レンズ形成組成物の温度の関数として変化させることを特徴とする請求項128に記載の方法。
139. 前記第3の期間が、前記鋳型空洞内の前記レンズ形成組成物の温度の関数として変化させることを特徴とする請求項128に記載の方法。
140. 前記レンズ形成組成物に接触する単位時間当たりの紫外線の量が、このような単位時間当たりで前記レンズ形成組成物によって吸収され得る紫外線の最大の量より大きいことを特徴とする請求項128に記載の方法
141. 前記レンズ形成組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
142. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。

143. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーならびに、ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーを含有する芳香族を含むことを特徴とする請求項70に記載の方法。
144. 前記レンズ形成組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
145. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
146. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーならびに、ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーを含有する芳香族を含むことを特徴とする請求項109に記載の方法。
147. 前記レンズ形成組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項127に記載の方法。
148. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含むことを特徴とする請求項127に記載の方法。

149. 前記組成物が、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーおよび、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーならびに、ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーを含有する芳香族

を含むことを特徴とする請求項127に記載の方法。

150. 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、
鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材であり、前記第2の鑄型部材が、前記第1の鑄型部材および前記第2の鑄型部材の前記鑄造面が鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中に前記第1の鑄型部材から分離して置かれる第2の鑄型部材と、

使用中に前記第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線のパルスを発生して送出する第1のパルス光発生器と、

前記第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線が複数のパルスとして送出されるように前記パルス光発生器を調節するコントローラと

を具備することを特徴とする眼鏡レンズを作成する装置。

151. 前記第1のパルス光発生器が前記第1の鑄型部材に向けて光を送出し、前記第2の鑄型部材に向けて紫外線のパルスを発生させて送出する第2のパルス光発生器をさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

152. 前記第1のパルス光発生器が前記第1の鑄型部材に向けて光を送出し、前記第2の鑄型部材に向けて紫外線のパルスを発生させて送出する第2のパルス光発生器をさらに具備し、前記コントローラが、前記第1および第2の鑄型部材に向けて紫外線が複数のパルスとして送出されるように前記第1および第2のパルス光発生器を調節し、前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有することを特徴とする請求項150に記載の装置。

153. 前記第1のパルス光発生器が、約0.1秒未満の時間にわたって前記パルスの内の少なくとも1つを送出することを特徴とする請求項150に記載の装置

。

154. 前記第1の Puls 光発生器が、約 0.01 秒未満の時間にわたって前記 Puls

の内の少なくとも 1 つを送出することを特徴とする請求項 150 に記載の装置。

155. 前記第1の Puls 光発生器が、前記鑄型空洞内で Puls に暴露される前記レンズ形成組成物の実質的にすべてにおいて反応が開始するに十分高い強度を持つ Puls を発生させて送 out することを特徴とする請求項 150 に記載の装置

。

156. 前記第1の Puls 光発生器が、前記鑄型空洞内で Puls に暴露される前記レンズ形成組成物の実質的にすべてにおいて温度が上昇し始めるに十分高い強度を持つ Puls を発生させて送 out することを特徴とする請求項 150 に記載の装置。

157. 少なくとも 1 つの鑄型部材に向けて比較的低い強度の紫外線を発生して送 out する比較的 low 強度の紫外線発生器をさらに具備することを特徴とする請求項 150 に記載の装置。

158. 一方の鑄型部材に向けて比較的低い強度の紫外線を発生して送 out する比較的 low 強度の紫外線発生器をさらに具備し、前記第1の紫外線発生器が、他方の鑄型部材に向けて紫外線 Puls を発生して送 out することを特徴とする請求項 150 に記載の装置。

159. 一方の鑄型部材に向けて比較的低い強度の紫外線を発生して送 out する比較的 low 強度の紫外線発生器をさらに具備し、前記比較的 low 強度の光線が、前記鑄型空洞の鑄型部材の外側表面上で測定して 0.1 W/cm² 未満の強度を有し、前記第1の紫外線発生器が他方の鑄型部材に向けて紫外線を発生して送 out することを特徴とする請求項 150 に記載の装置。

160. 前記第1の紫外線発生器が、前記鑄型空洞の 1 つの鑄型部材の外側表面上で測定して少なくとも 0.01 W/cm² の強度を前記 Puls の内の少なくとも 1 つが有するように紫外線を発生して送 out することを特徴とする請求項

150に記載の装置。

161.前記第1の紫外線発生器が、前記鋳型空洞の1つの鋳型部材の外側表面上で測定して少なくとも 0.1 W/cm^2 の強度を前記パルスの中の少なくとも1つが有するように紫外線を発生して送出することを特徴とする請求項150に記載の装置。

162.前記コントローラが、前記レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるに十分な量の紫外線を暴露し、次に、前記鋳型部材の中の少なくとも1つに向けて追加の紫外線パルスが送出される前に少なくとも5分が経過するように前記第1の紫外線発生器を調節することを特徴とする請求項150に記載の装置。

163.前記第1の紫外線発生器が実質的に不連続なパルスを発生して送出することを特徴とする請求項150に記載の装置。

164.前記レンズ形成組成物が硬化して20分未満の時間で実質的に透明な眼鏡レンズを形成するように、前記コントローラがパルスを暴露することを特徴とする請求項150に記載の装置。

165.前記鋳型空洞を冷却する冷却器をさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

166.前記鋳型空洞から熱を除去するために前記鋳型空洞に空気を与える分配器をさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

167.空気を約 0°C から 20°C に冷却して前記鋳型空洞に前記冷却した空気を当てる冷却器をさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

168.前記紫外線発生器がキセノン光源であることを特徴とする請求項150に記載の装置。

169.前記レンズ形成組成物を硬化させてレンズとするために 20 J/cm^2 未満のエネルギーが印加されるように、前記コントローラが前記紫外線発生

器を調節することを特徴とする請求項150に記載の装置。

170.前記レンズ形成組成物を硬化させてレンズとするために、 365 nm 離れたところで測定して 10 J/cm^2 未満のエネルギーが印加されるよう

に、前記コントローラが前記紫外線発生器を調節することを特徴とする請求項150に記載の装置。

171. 前記コントローラおよび前記紫外線発生器に連結されたコンデンサであり、前記コンデンサが、前記パルスを与えるために前記紫外線発生器にエネルギーを供給するコンデンサをさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

172. 前記鋳型空洞を含むチャンバー内に存在する温度モニターであり、前記温度モニターが前記コントローラに連結されていて、前記チャンバー内の温度の関数として紫外線を暴露するようになっている温度モニターをさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

173. 前記鋳型空洞の少なくとも一部分に連結された温度モニターであり、前記温度モニターが前記コントローラに連結されていて、前記鋳型空洞の少なくとも一部分の温度の関数として紫外線を暴露するようになっている温度モニターをさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

174. 前記鋳型空洞を具備するチャンバー内の空気または出ていく空気の温度を監視する温度モニターであり。前記温度モニターが前記コントローラに連結されていて、前記鋳型空洞を包むチャンバー内の空気または出ていく空気の温度の関数として紫外線を暴露するようになっている温度モニターをさらに具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

175. 前記第1の紫外線発生器が、石英管を有する写真用ストロボを具備することを特徴とする請求項150に記載の装置。

176. 光重合開始剤を含むレンズ形成組成物と、
鋳造面および非鋳造面を有する第1の鋳型部材と、
鋳造面および非鋳造面を有する第2の鋳型部材であり、前記第1の鋳型部材および前記第2の鋳型部材の前記鋳造面が前記レンズ形成組成物の鋳型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、前記第2の鋳型部材が使用中は前記第1の鋳型部材から分離して置かれる第2の鋳型部材と、
使用中は前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外

線パルスが発生して送出する第1のパルス光発生器と、
前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線が複数のパルスとして送出されるように前記第1のパルス光発生器を調節するコントローラであり、前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有するコントローラと

を具備する、眼鏡レンズを作成するシステムにおいて、前記システムが前記レンズ形成組成物を硬化させて30分未満で実質的に透明な眼鏡レンズを形成することを特徴とするシステム。

177. アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを前記レンズ形成組成物がさらに含むことを特徴とする請求項176に記載のシステム。
178. アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを前記組成物がさらに含むことを特徴とする請求項176に記載のシステム。
179. 前記組成物がビス（アリルカーボネート）官能性モノマーを含有する芳香族をさらに含むことを特徴とする請求項176に記載のシステム。
180. 光重合開始剤を含むレンズ形成組成物と、

鋳造面および非鋳造面を有する第1の鋳型部材ならびに鋳造面および非鋳造面を有する第2の鋳型部材を具備する鋳型空洞チャンバーであり、前記第1の鋳型部材および前記第2の鋳型部材の前記鋳造面が、前記レンズ形成組成物の鋳型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中は前記第2の鋳型部材が前記第1の鋳型部材から分離して置かれる鋳型空洞チャンバーと、

使用中は前記第1および第2の第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて第1の強度を持つ紫外線が発生して暴露する第1の光発生器と、
前記温度センサーに連結されていて、前記温度センサーによって測定された温度が実質的に上昇すると、前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて送出される紫外線の前記第1の強度が減少するように前記第

- 1の光発生器を調節するコントローラと
を具備する、眼鏡レンズを作成するシステムにおいて、前記システムが、前記レンズを硬化させて、30分未満で実質的に透明な眼鏡レンズを形成させることを特徴とするシステム。
181. 前記レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるように、選択された期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して、前記組成物に前記コントローラが紫外線を暴露することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
182. 前記レンズ形成組成物がゲル化し始めるように、選択された期間にわたって前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して、前記組成物に前記コントローラが紫外線を暴露することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
183. 前記温度センサーによって感知された温度の関数として前記紫外線が減少し続ける時間を前記コントローラが変化させることを特徴とする請求項180に記載のシステム。
184. 前記レンズ形成組成物が少なくとも約40gの質量を持ち、前記レンズ形成組成物の温度が摂氏約200度を越えないように前記コントローラが前記紫外線を調節することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
185. 前記レンズ形成組成物が少なくとも約45gの質量を持ち、前記レンズ形成組成物の温度が摂氏約150度を越えないように前記コントローラが前記紫外線を調節することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
186. 前記温度センサーが、前記鋳型空洞の少なくとも一部分の温度を感知し、前記コントローラに信号を送信することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
187. 前記温度センサーが、前記鋳型空洞内の空気または出ていく空気の温度を感知し、前記コントローラに信号を送信することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
188. 前記コントローラが、前記鋳型部材の内の少なくとも1つから紫外線を実質的に除去することを特徴とする請求項180に記載のシステム。
189. 前記コントローラが、感知された温度の関数として前記レンズ形成組成物に

対して紫外線の暴露および除去を実行することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

190. 前記第1の紫外線発生器がフラッシュ光源を具備することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

191. 前記第1の紫外線発生器がキセノン光源を具備することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

192. 前記コントローラが、前記レンズ形成組成物に複数の紫外線パルスを暴露することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

193. 前記コントローラが、前記レンズ形成組成物に複数の紫外線パルスを暴露し、

前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

194. 前記レンズ形成組成物に紫外線を反射させる反射体をさらに具備することを特徴とする請求項180に記載のシステム。

195. 前記第1の紫外線発生器が、ある時間当たりでレンズ形成組成物によって吸収され得る最大の紫外線量を越えるこのような単位時間当たりの量の紫外線を前記レンズ形成組成物に放出するような構成を持つことを特徴とする請求項180に記載のシステム。

196. 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、

鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材であり、前記第1の鑄型部材および前記第2の鑄型部材の前記鑄造面が鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、前記第2の鑄型部材が前記第1の鑄型部材から分離して置かれる第2の鑄型部材と、

使用中は前記第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線を送出する紫外線発生器と、

前記紫外線発生器によって送出された光線の強度を調節する紫外線コントローラと、

前記紫外線発生器によって送出された光線の強度を測定する光センサーと、

紫外線以外の光線が前記光センサーに衝突しないようにするフィルターと
を具備することを特徴とする可塑性のレンズを作成する装置。

197. 前記光源がフォトレジスタを具備することを特徴とする請求項196に記載の装置。

198. 前記光源がフォトダイオードを具備することを特徴とする請求項196に記載の装置。

199. 前記紫外線発生器が前記光センサーから信号を受信して、前記信号の関数として前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて送出される前記紫外線の強度を変化させることを特徴とする請求項196に記載の装置。

200. 前記紫外線発生器が前記光センサーから信号を受信して、前記紫外線発生器に対して選択された電圧を送り、それによって、前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて送出される前記紫外線の強度を変化させ、前記選択された電圧が前記信号の関数として変化されることを特徴とする請求項196に記載の装置。

201. 鋳造面および非鋳造面を有する第1の鋳型部材と、
鋳造面および非鋳造面を有する第2の鋳型部材であり、前記第1の鋳型部材および前記第2の鋳型部材が鋳型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中は前記第2の鋳型部材が前記第1の鋳型部材から分離して置かれる第2の鋳型部材と、

使用中は前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に対して紫外線を発生して送出する第1の光線発生器と、

使用中は前記鋳型部材の内の少なくとも一方の前記非鋳造面に向けて空気を送出する第1の分配器と、

前記空気を冷却する熱電冷却システムであり、前記熱電冷却システムが第1の熱電モジュールを具備して、前記空気を冷却させる熱電冷却システムと、

前記鋳型部材の内の少なくとも一方に空気を送出する第1の送風機であり、前記送風機が、前記鋳型部材の内の少なくとも一方の部材の前記非鋳造面と

接触した排出空気を受領して、前記排出空気を前記分配器に戻す第1の送風

機と

を具備することを特徴とする眼鏡レンズを作成するシステム。

202. 実質的に気密性のシールを形成するために前記第1の分配器に接続されたプレートであり、前記プレートが前記第1の光発生器によって送出された前記紫外線に対して実質的に透過であるプレートをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
203. 実質的に気密性のシールを形成するために前記第1の分配器に接続されたプレートであり、前記プレートが実質的に透明なホウケイ酸塩ガラスを含み、前記第1の光発生器によって送出された前記紫外線に対して実質的に透過であるプレートをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
204. 前記紫外線を拡散させる光拡散器であり、前記光拡散器が、前記第1の光発生器と前記第1の分配器の間に置かれ、さらに、砂吹きされたホウケイ酸塩ガラスを含む、光拡散器をさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
205. 前記紫外線を拡散させる光拡散器であり、前記拡散器が前記第1の分配器に接続されて実質的に気密性のシールを形成する、光拡散器をさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
206. 前記第1の分配器に接続されて実質的に気密性のシールを形成する石英プレートであり、前記プレートが前記第1の光発生器によって送出された前記紫外線に対して実質的に透過であるプレートをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
207. 使用中は前記第1の光発生器が、前記第1の鋳型部材に向けて前記紫外線を送出し、使用中は前記第2の鋳型部材に向けて紫外線を送出する第2の光発生器をさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
208. 前記第1の光発生器が石英管を有する写真用ストロボを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。

209. 前記第1の光発生器がホウケイ酸塩管を有する写真用ストロボを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
210. 前記第1の熱電モジュールが1対の金属化されたセラミック製プレートの間配置された複数のp-n結合を含むことを特徴とする請求項201に記載のシステム。
211. 前記熱電冷却システムが直流電源を具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
212. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記第1の熱電モジュールから熱を消散させるために前記高温側に連結された高温側放熱器を具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
213. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記第1の熱電モジュールから熱を消散させるために前記高温側に連結された高温側放熱器を具備し、前記高温側放熱器が複数のフィンを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
214. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記第1の熱電モジュールから熱を消散させるために前記高温側に連結された高温側放熱器を具備し、さらに、熱の消散を容易にするために前記高温側放熱器に空気を送出するファンを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
215. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記低温側に連結された低温側放熱器を具備し、前記低温側が前記鋳型部材の内の少なくとも一方に送出される前記空気のための冷却表面となることを特徴とする請求項201に記載のシステム。
216. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記低温側に連結された低温側放熱器を具備し、前記低温側が前記鋳型部材の内の少なくとも一方に送出される前記空気のための冷却表面となり、前記低温側放熱器が複数のフィンを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。

217. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記第1の熱電モジュールから熱を消散させるために前記高温側に連結された高温側放熱器を具備し、さらに、前記高温側と前記低温側の間に配置された伝導性ブロックを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
218. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、さらに、前記高温側に取り付けられた伝導性ブロックを具備し、さらに、前記第1の熱電モジュールおよび前記伝導性ブロックを実質的に取り囲む絶エッジ物を具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
219. 前記第1の熱電モジュールが前記第1の鋳型部材に送出された空気を冷却し、
前記熱電冷却システムがさらに、前記第2の鋳型部材に向けて送出された空気を約0℃から約20℃までの間の温度に冷却するための第2の熱電モジュールを具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
220. 前記第1の送風機が前記排出空気を前記第1の鋳型部材に向けて戻し、前記鋳型部材の内の少なくとも一方の部材の前記非鋳造面と接触した前記排出空気を受領して、前記第2の鋳型部材の前記府中増面に向けて前記排出空気を戻す第2の送風機をさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
221. 使用中に前記鋳型部材を含む暴露チャンバーであり、前記暴露チャンバーが実質的に気密性である暴露チャンバーをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
222. 使用中に前記鋳型部材を含む暴露チャンバーをさらに具備し、前記暴露チャンバーと連通する空気プレナムであり、前記空気プレナムが、使用中は前記暴露チャンバーからの排出空気を前記第1の送風機に送出するような構成となっている空気プレナムをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。
223. 使用中に前記鋳型部材を含むための暴露チャンバーであり、前記暴露チャンバーは実質的に気密性である暴露チャンバーをさらに具備し、前記暴露チャ

ンバー内に前記鋳型部材を位置付けするためのレンズ引き出しであり、前記レンズ引き出しが前記暴露チャンバーに対して挿入と取り外しをされるレンズ引き出しをさらに具備することを特徴とする請求項210に記載のシステム

。

224. 使用中に前記鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて送出された紫外線の少なくとも一部分を遮断するように動作するシャッタシステムをさらに具備し、前記シャッタに連結されて、使用中に前記シャッタを起動させる自動式コントローラをさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム

。

225. 使用中に、前記鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の面に伝導的に熱を印加する伝導性加熱装置をさらに具備することを特徴とする請求項201に記載のシステム。

226. 前記第1の光発生器が、前記鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて紫外線をパルスとして送出することを特徴とする請求項201に記載のシステム。

227. 前記鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線が複数のパルスとして送出されるように前記光発生器の動作を調節するコントローラであり、前記コントローラが、予め決定された時間が前記パルスのおのおの間で経過するようにプログラム可能である、コントローラをさらに具備することを特徴とする

請求項201に記載のシステム。

228. 前記第1の熱電モジュールが、前記空気を約0℃から約20℃までの範囲に冷却させることを特徴とする請求項201に記載のシステム。

229. 液状の重合可能なレンズ形成組成物を、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって少なくとも部分的に輪郭を定められる鋳型空洞中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、前記鋳型部材の内の少なくとも一方を介して前記レンズ形成組成物に向けて紫外線を送出して、実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップと、前記レンズ形成組成物に紫外線を送出する前記ステップと実質的に同時に、前記第1および第2の鋳型部材の前記非鋳造面の内の少なくとも1つに空気

を送出して、前記レンズ形成組成物から熱を除去するステップと、
熱電冷却システム中の温度を周辺温度未満に冷却するステップであり、前記
熱電冷却システムが第1の熱電モジュールを具備するステップと
を含むことを特徴とする眼鏡レンズ作成方法。

230. 前記鋳型部材の内の少なくとも一方に接触した排出空気を戻すステップと、
前記排出空気を前記熱電冷却システム中で冷却するステップと、
前記冷却された排出空気を前記第1および第2の鋳型部材の内の前記非鋳造
面の内の少なくとも1つに送出して、前記レンズ形成組成物から熱を除去す
るステップと
を含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。

231. 前記レンズ形成組成物に向けて前記紫外線をパルスとして送出するステップ
であり、前記パルスの内の少なくとも1つが約1秒未満の持続時間を有する
ステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。

232. 前記レンズ形成組成物に向けて前記紫外線をパルスとして送出するステップ

であり、前記パルスの内の少なくとも1つが約1秒未満の持続時間を有する
ステップと、

予め決定された時間が前記パルスのおのおの間で経過するようにプログラム
可能コントローラで前記紫外線の暴露を調節するステップと
をさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。

233. 前記排出空気が、約0℃から約20℃までの範囲の温度に冷却されることを
特徴とする請求項229に記載の方法。

234. 前記紫外線が前記鋳型部材の双方を介して送出されて前記眼鏡レンズを形成
することを特徴とする請求項229に記載の方法。

235. 前記冷却された排出空気が前記第1および第2の鋳型部材の非鋳造面に向け
て送出されることを特徴とする請求項229に記載の方法。

236. 前記排出空気の第1の部分が前記第1の熱電モジュールによって周辺温度未
満の第1の温度に冷却され、前記排出空気の第2の部分が第2の熱電モジュ
ールによって周辺温度未満の第2の温度に冷却され、前記第1の温度が前記

第2の温度と異なることを特徴とする請求項229に記載の方法。

237. 前記第1の熱電モジュールが、1対の金属化されたプレート間に配置された複数のp-n結合を含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
238. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、前記高温側に連結された高温側放熱器から前記高温側からの熱を消散させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
239. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、高温放熱器上に空気を送出して、前記高温側から熱を消散させるステップであり、前記高温側放熱器が前記高温側に連結されているステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
240. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、高温側放熱器中に含まれる複数のフィン上で空気を送出し、これによって、前記高温側から熱を消散させるステップであり、前記高温側放熱器が前記高温側に連結されているステップとさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
241. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、前記排出空気を戻す前記ステップが、前記排出空気を、前記低温側に連結されている低温側放熱器上を通過させて前記排出空気を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
242. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、前記排出空気を戻す前記ステップが、前記排出空気を、前記低温側に連結されている低温側放熱器中に含まれている複数のフィン上を通過させて前記排出空気を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
243. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、前記高温側および伝導性ブロックに連結された高温側放熱器に取り付けられた伝導性ブロックを介して前記高温側から熱を伝導的に通過させ、さらに、前記高温側放熱器から前記熱を消散させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。
244. 前記第1の熱電モジュールが高温側および低温側を具備し、前記高温側およ

び伝導性ブロックに連結された高温側放熱器に取り付けられた伝導性ブロックを介して前記高温側から熱を伝導的に通過させ、さらに、前記高温側放熱器から前記熱を消散させるステップをさらに含み前記伝導性ブロックおよび前記熱電モジュールが実質的に絶縁物によって囲まれていることを特徴とする請求項229に記載の方法。

245. 前記レンズ形成組成物に向けて紫外線を送出する前記ステップが、前記鋳型

空洞が実質的に気密性の暴露チャンバー内に置かれている間に実行されることを特徴とする請求項229に記載の方法。

246. 前記排出空気を前記鋳型部材の内の少なくとも一方から空気プレナムに通過させずステップであり、前記空気プレナムが送風機と連通しているステップと

前記排出空気を、前記鋳型部材の内に1つの部材の非鋳造面に前記空気プレナムから前記送風機によって戻すステップと

を含むことを特徴とする請求項229に記載の方法。

247. シャッタを動作させて、前記鋳型部材の内の少なくとも一方に向けて送出された前記紫外線の少なくとも一部分を遮断し、これによって、約1秒未満の持続時間を持つパルスとして紫外線を前記鋳型部材の内の少なくとも1つに送出するステップをさらに含むことを特徴とする請求項229記載の方法。

248. 液状の重合可能なレンズ形成組成物を、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって少なくとも部分的に輪郭を定められる鋳型空洞中に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、

前記鋳型部材の内の少なくとも1つを介して前記レンズ形成組成物に向けて紫外線の複数のパルスを送出して前記レンズ形成組成物の反応を始動するステップであり、前記パルスの内の少なくとも1つが少なくとも1約10ミリワット/cm²の強度を有するステップと、

前記レンズ形成組成物に向けて前記複数のパルスを送出する前記ステップに次いで、前記鋳型部材の内に少なくとも一方を介して前記レンズ形成組成物に向けて第2の強度を持つ紫外線を送出して、実質的に透明な眼鏡レンズを

形成するステップであり、前記第2の強度が約350マイクロワット/cm²であるステップと、

前記レンズ形成組成物に向けて第2の強度を持つ紫外線を送出する前記ステップと実質的に同時に、前記鋳型部材の内の少なくとも一方の部材の非鋳造面上に空気を送出して、前記尾レンズ形成組成物から熱を除去するステップを含むことを特徴とする眼鏡レンズ作成方法。

249. 前記パルスの中の少なくとも1つが少なくとも約100ミリワット/cm²の強度を有することを特徴とする請求項248に記載の方法。
250. 前記パルスの中の少なくとも1つが少なくとも約100ミリワット/cm²から約150ミリワット/cm²までの範囲の強度を有することを特徴とする請求項248に記載の方法。
251. 前記第2の強度が約150ミリワット/cm²未満であることを特徴とする請求項248に記載の方法。
252. 前記第2の強度が約90マイクロワット/cm²から約100マイクロワット/cm²までの範囲であることを特徴とする請求項248に記載の方法。
253. 前記レンズ形成組成物に向けて前記紫外線が紫外線発生器から送られ、前記紫外線発生器と前記鋳型部材の内の少なくとも一方の間に透過な高密度ポリエチレン製プレート置いて、前記紫外線の強度を前記第2の強度にまで減少させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
254. 前記レンズ形成組成物に向けて前記複数のパルスを送出する前記ステップが、前記レンズ形成組成物の少なくとも一部分を形成してゲルにするステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
255. 前記レンズ形成組成物に向けて前記複数のパルスを送出する前記ステップが、前記レンズ形成組成物の実質的にすべてを形成してゲルにするステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
256. 前記第2の強度の紫外線を前記レンズ形成組成物に向けて送る前記ステ

- ップの後で始めて、前記レンズ形成組成物の発熱反応によってかなりの熱が量が発生することを特徴とする請求項248に記載の方法。
257. 前記第2の強度を有する前記紫外線が実質的に連続的に前記レンズ形成組成物に向けて送出されることを特徴とする請求項248に記載の方法。
258. 前記第2の強度を有する前記紫外線がパルスとして前記レンズ形成組成物に向けて送出され、前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有することを特徴とする請求項248に記載の方法。
259. 前記眼鏡レンズが約30分未満の合計時間で硬化されることを特徴とする請求項248に記載の方法。
260. 前記眼鏡レンズが実質的にひび割れ、光条、歪み、曇りおよび黄変が無いことを特徴とする請求項248に記載の方法。
261. 前記レンズ形成組成物に向けて前記第2の強度を持つ紫外線を送出する前記ステップに次いで、第2の複数の紫外線を前記レンズ形成組成物に向けて送出して前記眼鏡レンズを形成するステップであり、前記第2の複数のパルスが少なくとも約10ミリワット/cm²の強度を有するステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
262. 前記鋳型部材の内の少なくとも一方の部材の非鋳造面上に前記空気を送出する前に、周辺温度未満の温度に前記空気を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
263. 前記鋳型部材の内の少なくとも一方の部材の非鋳造面上に前記空気を送出する前に、約0℃から約20℃までの範囲の温度に前記空気を冷却させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
264. 前記第1および第2の鋳型部材の双方の前記非鋳造面上に前記空気が送出されることを特徴とする請求項248に記載の方法。
265. 前記レンズ形成組成物に向けて前記複数のパルスを送出する前記ステップが、前記第1および第2の鋳型部材のおのおの介して紫外線のパルスを送出するステップを含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
266. 前記レンズ形成組成物に向けて第2の強度を持つ紫外線を送出する前記ステ

- ップが、前記第1および第2の鋳型部材のおのおのを介して前記紫外線を送出するステップを含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
267. 前記パルスがキセノン光源から送出され、前記第2の強度を持つ前記紫外線が水銀蒸気ランプから送出されることを特徴とする請求項248に記載の方法。
268. (a) アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも2つの不飽和エチレン基を含有する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーと、
- (b) ビス(アシルカーボネート)官能性モノマーを含有する芳香族とを前記レンズ形成組成物が含むことを特徴とする請求項248に記載の方法。
269. 前記眼鏡レンズが、少なくとも ± 2.00 Dのジオプトリ出力を有し、実質的にひずみ、光条、ひび割れ、曇りおよび黄変が無いことを特徴とする請求項248に記載の方法。
270. 前記眼鏡レンズが、 ± 2.00 D未満のジオプトリ出力を有し、実質的にひずみ、光条、ひび割れ、曇りおよび黄変が無いことを特徴とする請求項248に記載の方法。
271. 第1のコーティング組成物を鋳型部材中に置くステップであり、前記鋳型部材が鋳造面および非鋳造面を具備し、前記コーティング組成物が光重合開始剤を含み、紫外線に暴露されると硬化可能であるステップと、
- 前記鋳型部材を回転させて、前記第1のコーティング組成物を前記鋳造面上に分配するステップと、
- 前記鋳型部材に紫外線を送出して、前記第1のコーティング組成物の少なくとも一部分を硬化させるステップと、
- 第2のコーティング組成物を前記鋳型部材内に置くステップであり、前記第2のコーティング組成物が光重合開始剤を含み、紫外線に暴露されると硬化可能であるステップと、
- 前記鋳型を回転させて、前記第2のコーティング組成物を硬化済みの前記第1のコーティング組成物の前記部分上に分配するステップと、

紫外線を前記鋳型部材に送出し、これによって、前記第2のコーティング組成物の少なくとも一部分を硬化させて、前記第1および第2のコーティング組成物のおのおの少なくとも一部分を含む実質的に透明な合成コートを形成するステップと、

前記鋳型部材を第2の鋳型部材と1緒に組み立てて、前記鋳型部材の間に空洞を持つ鋳型を形成するステップと、

レンズ形成組成物を前記空洞内に置くステップであり、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含み、紫外線に暴露されると硬化可能であるステップとを含む、眼鏡レンズ作成方法。

272. 前記合成コートが硬化して、実質的に引っかかり抵抗性のあるコーティングを形成することが可能であることを特徴とする請求項271に記載の方法。

273. 前記第1のコーティング組成物の前記硬化済み部分がピンホール欠陥を含み、前記第2のコーティング組成物が前記ピンホールを実質的に覆うことを特徴とする請求項271に記載の方法。

274. 前記レンズに染料を塗布して前記レンズを色付けすることを特徴とする請求項271に記載の方法。

275. 前記第1のコーティング組成物が、前記鋳型部材の前記非鋳造面に実質的に固着することを特徴とする請求項271に記載の方法。

276. 前記第2のコーティング組成物が硬化して、実質的に引っかかり抵抗性のあるハードコートを形成することが可能であることを特徴とする請求項271に記載の方法。

277. 前記第1のコーティング組成物が有機溶剤および、アクリル基およびメタクリル基から成る前記基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含むモノマーをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

278. 前記第2のコーティング組成物が有機溶剤および、アクリル基およびメタクリル基から成る前記基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含むモノマーをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

279. 少なくとも1つのモノマーを有機溶剤中に溶解することによって前記第1の

コーティング組成物を製造するステップであり、前記モノマーがアクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含み、前記溶剤が前記第1のコーティング組成物の約80%を越える組成を持つステップと、

前記第1のコーティング組成物を前記鋳型部材内に置く前に、前記第1のコーティング組成物をフィルタを通過させるステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

280. 少なくとも1つのモノマーを有機溶剤中に溶解することによって前記第1のコーティング組成物を製造するステップであり、前記モノマーがアクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも1つの不飽和エチレン基を含み、前記溶剤が前記第2のコーティング組成物の約80%を越える組成を持つステップと、

前記第1のコーティング組成物を前記鋳型部材内に置く前に、前記第2のコーティング組成物をフィルタを通過させるステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

281. 前記鋳型部材を回転させて、前記第1のコーティング組成物を前記鋳造面上に分配させるステップが、毎分約750～約1000回転の速度で実質的に縦軸方向で回転させるステップを含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

282. 前記鋳型部材を回転させて、前記第2のコーティング組成物を前記鋳造面上に分配させるステップが、毎分約750～約1000回転の速度で実質的に縦軸方向に回転させるステップを含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

283. 前記鋳型部材が回転中に、追加量の前記第1のコーティング組成物を該鋳型部材の前記鋳造面上に送出するステップをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

284. 前記鋳型部材が回転中に、配分デバイスから追加量の前記第1のコーティング組成物を前記鋳型部材の前記鋳造面上に送出するステップをさらに含み、

前記配分デバイスが、前記鋳型部材の中心から前記鋳型部材のエッジに向かう方向に前記鋳型部材を基準として移動し、これによって前記追加量が、前記鋳型部材の前記中心から前記鋳型部材のエッジに向かう方向に前記鋳型部材の半径に沿って送出されることを特徴とする請求項271に記載の方法。

285. 前記鋳型部材内に前記第2のコーティング組成物を置く前記ステップが、前記鋳型部材を回転させる前記ステップを実質的に同時に実行されて、前記第2のコーティング組成物を硬化済みの前記第1のコーティング組成物上に分配することを特徴とする請求項271に記載の方法。

286. 前記鋳型が、セグメントラインを含むフラットトップ二重焦点鋳型であり、

前記第1のコーティング組成物の粘性が十分低くて、前記鋳型を前記のように回転させることによって前記セグメントライン上に分配可能であることを特徴とする請求項271に記載の方法。

287. 前記第1のコーティング組成物が溶剤を含み、前記溶剤の実質的にすべてが前記鋳型部材を回転させる前記ステップの間に蒸発して、前記第1のコーティング組成物を前記鋳造面上に分配することを特徴とする請求項271に記載の方法。

288. 前記第2のコーティング組成物が溶剤を含み、前記溶剤の実質的にすべてが、前記鋳型部材を回転させる前記ステップ中に蒸発して、前記第2のコーティング組成物を硬化済みの前記第1のコーティング組成物上に分配することを特徴とする請求項271に記載の方法。

289. 前記第1のコーティング組成物が溶剤を含み、前記溶剤のかなりの部分が前記鋳型部材を回転させる前記ステップの間に蒸発して、前記第1のコーティング組成物を前記鋳造面上に分配することを特徴とする請求項271に記載の方法。

290. 前記第2のコーティング組成物が溶剤を含み、前記溶剤のかなりの部分が、前記鋳型部材を回転させる前記ステップ中に蒸発して、前記第2のコーティング組成物を硬化済みの前記第1のコーティング組成物上に分配することを特徴とする請求項271に記載の方法。

291. 前記合成コートが実質的にひび割れ、黄変、曇り、ピンホール欠陥および歪みが無いことを特徴とする請求項271に記載の方法。
292. 硬化すると、前記第1のコーティング組成物は約80%を越える二重結合転化率を有することを特徴とする請求項271に記載の方法。
293. 前記鋳型部材を第2の鋳型部材と一緒に組み立てて鋳型を形成する前記ステップが、前記鋳型部材間にガスケットを置くステップを含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。
294. 前記鋳型部材を第2の鋳型部材と一緒に組み立てて鋳型を形成する前記ステップが、前記鋳型部材間にガスケットを置くステップを含み、前記空洞内にレンズ形成組成物を置く前記ステップが、前記ガスケットのエッジを排出して前記空洞を暴露させるステップおよび前記レンズ形成組成物をその中に挿入するステップを含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。
295. 前記第2の鋳型部材が非鋳造面を具備し、前記鋳型に紫外線を送出して前記レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させる前記ステップと実質的に同時に、前記非鋳造面の内の少なくとも1つに向けて空気を送出して前記鋳型を冷却されるステップをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。
296. 前記第2の鋳型部材が非鋳造面を具備し、前記鋳型に紫外線を送出して前記レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させる前記ステップと実質的に同時に、前記非鋳造面の内の少なくとも1つに向けて空気を送出して前記鋳型を冷却されるステップであり、前記空気が周辺温度未満の温度を有するステップをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。
297. 前記第2の鋳型部材が非鋳造面を具備し、前記鋳型に紫外線を送出して前記レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させる前記ステップと実質的に同時に、前記非鋳造面に向けて空気を送出して前記鋳型を冷却されるステップをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。
298. 前記第2の鋳型部材が非鋳造面を具備し、前記鋳型に紫外線を送出して前記レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させる前記ステップと実質的に同

時に、前記非鑄造面に向けて空気を送出して前記鑄型を冷却されるステップ

であり、前記空気が周辺温度未満の温度を有するステップをさらに含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

299. 前記鑄型部材を第2の鑄型部材と一緒に組み立てて鑄型を形成する前記ステップが前記鑄型部材間にガスケットを置く方法において、前記方法が前記鑄型部材に紫外線を送出して前記レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させてレンズを形成する前記ステップの後で、前記ガスケットを除去して前記レンズのエッジを暴露させるステップと、

前記レンズの前期暴露されたエッジの回りに光重合開始剤を含む酸素バリアを塗布して、前記酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分が、完全には硬化していないレンズ形成組成物に近接して存在するようにするステップと、前記レンズに追加の紫外線を送出して、前記酸素バリアによって、前記レンズ形成組成物の少なくとも一部分に前記酸素バリア外部の酸素が接触するのを防いでいる一方で、前記酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分によって、レンズ形成組成物の反応が始動させるステップと

を含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

300. 前記鑄型部材の内の1つを実質的に固体の伝導性熱発生源にあてがうステップと、

(a) 前記伝導性熱発生源から鑄型部材の面に伝導的に熱を伝達することと

、

(b) このような鑄型部材を介して前記レンズの前期面に伝導的に熱を伝達する、ことと

によって前記レンズの面に熱を伝導的に印加するステップと

を含むことを特徴とする請求項271に記載の方法。

301. 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、

鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材であり、前記第1の鑄型部材

および前記第2の鑄型部材の前記鑄造面が鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分

的に定めるように、前記第2の鋳型部材が前記第1の鋳型部材から分離して置かれる第2の鋳型部材と、

使用中に前記第1および第2の鋳型部材の内の少なくとも一方に対して紫外線を発生して送出する第1の光発生器と

を具備することを特徴とする眼鏡レンズ作成システム。

302. 液状の重合可能なレンズ形成組成物を、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって少なくとも部分的に輪郭を定められる鋳型空洞中に置くステップであり、前記第1および第2の鋳型部材のおのおのが、鋳造面および非鋳造面を具備し、前記レンズ形成組成物が光重合開始剤を含むステップと、前記鋳型部材の内の少なくとも一方を介して前記レンズ形成組成物に向けて紫外線を送出して、実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップとを含むことを特徴とする眼鏡レンズ作成方法。

【発明の詳細な説明】

発明の名称

紫外線および改良型冷却方式を用いた眼鏡レンズ硬化のための方法および装置

発明の背景

発明の分野

本発明は一般的には、紫外線を用いて可塑性レンズを作成する方法および装置に関する。

関連技術の説明

従来の技術では、ジエチレングリコール・ビス（アリルカーボネート）（DEG-BAC）のポリマーから熱硬化法によって光学レンズが生産されてきた。その上、光学レンズはまた、紫外線（UV）硬化法によっても製造されてきた。例えば、リップソムらに対して認可された米国特許第4,728,469号、同じく米国特許第4,879,318号、同じく米国特許第5,364,256号、ブッザらに対して認可された米国特許第5,415,816号、同じく米国特許第5,529,728号およびジョエルらに対して認可された米国特許第5,514,214号ならびに、1989年10月26日提出の米国出願第07/425,371号、1995年5月30日提出の第08/454,523号、1995年5月30日提出の第08/453,770号、1992年8月18日提出の第07/932,812号および1996年4月19日提出の第08/636,510号があるが、これらを引用することにより本明細書の一部とする。

紫外線によってレンズを硬化させるには、実用可能なレンズを生産するにあたって

て克服しなければならないある種の問題がある。このような問題には、レンズの黄変、レンズまたは鋳型のひび割れ、レンズ中の光学的歪みおよび鋳型からのレンズの硬化完了前の放出などがある。その上、有用な紫外線硬化性レンズを形成する組成物の多くが、レンズ硬化プロセスの困難さを増大させるある特徴を示す。例えば、紫外線によって開始させる反応は比較的急速に進行する性質を持ち、眼鏡レンズを形成するのに紫外線硬化性の組成物を提供するのは困難である。過

度に発熱性の加熱は、硬化したレンズに欠陥をもたらしやすい。このような欠陥を避けるために、光重合開始剤のレベルを、紫外線硬化技術で習慣的に用いられてきたレベルより低い値にまで下げてもよい。

光重合開始剤は、そのレベルを下げるとある種の問題を引き起こすが、それ以外にもいろいろ問題がある。例えば、光重合開始剤のレベルが下がると、レンズのエッジの近傍であって鋳型の空洞中のガスケット壁に近接した領域にある材料が、この領域に酸素が存在するために硬化が不完全になってしまう（酸素は、多くのレンズ形成組成物または材料の硬化を抑制すると信じられている）。組成物が未硬化レンズを形成すると、粘着性の未硬化のレンズ形成組成物によって覆われたウェットエッジ (wet edge) を持つレンズの生成につながる傾向がある。さらに、未硬化レンズ形成組成物は鋳型から外す際に、レンズの光学的面に移動して、汚染しかねない。汚染されたレンズは使用不能なものとなることが多い。

未硬化レンズ形成組成物はさまざまな方法によって扱われてきた（例えば、ブッザらに認可された米国特許第5, 529, 728号に記載の方法を参照のこと）。このような方法には、ガスケットを取り除いて酸素バリアまたは光重合開始剤濃縮液体をレンズの暴露したエッジに施して、次に、鋳型から外すに先立ってレンズのエッジを完全に乾燥させるに十分な量の紫外線をレンズに再暴露する方法が含まれる。しかしながら、このような暴露では、好ましい暴露レベルより高いレベルの

暴露や好ましい暴露期間より長い期間の暴露が必要とされることがある。さらに紫外線を暴露すると、場合によっては、レンズ中の黄変などの欠陥を生じることがある。

多くの紫外線硬化性レンズ形成組成物に使用される低レベルの光重合開始剤は、残存二重結合のパーセンテージで測定して完全に硬化してはいるもの、着色プロセス中に希望の染料吸収特性をもたらすに十分な交差結合密度をレンズ表面上に保有しないレンズを生成しかねない。

このような紫外線硬化性レンズの表面密度を増加させるさまざまな方法が、ブッザに対して認可された米国特許第5, 529, 728号に説明されている。あ

る実施の形態中では、レンズが鋳型から外され、次に、レンズの表面が紫外線で直接に暴露される。一部の紫外線光源（例えば水銀蒸気ランプ）によって与えられる比較的短い波長（約254 nm）は、材料を非常に急速に交差結合させる傾向がある。しかしながら、この方法の好ましくない効果は、このような暴露の結果としてレンズが黄変する傾向があるということである。

別の方法では、レンズが、ガラス鋳型間に形成された鋳型空洞内部にまだ存在するときに比較的短い波長が暴露される。このガラス鋳型は、約365 nmの波長を発振しながらも、より効果的な短い波長を吸収する傾向がある。この方法は一般的に、長い暴露時間を必要とし、レンズ鋳型アセンブリによって吸収された赤外線暴露によってしばしば、レンズが鋳型部材から過早放出される。レンズ鋳型アセンブリは、高強度紫外線で暴露される前に加熱し、これによって、希望の交差結合密度レベルを達成するのに必要な暴露量を減少させるようにしてもよい。しかしながら、この方法はまた、早期排出の割合が高くなるという問題ともからんでいる。

レンズ鋳型／ガスケットアセンブリを加熱して、レンズ形成組成物を液体モノマーから固体モノマーに硬化するのに加熱してもよいことは技術上周知である。
鋳型

およびガスケットをこのようなレンズから取り外した後で、このレンズに対流熱を印加することで熱により事後硬化させてもよいこともまた周知である。

本出願中では、「レンズ形成材料」および「レンズ形成組成物」という用語はどちらも同じ意味で使用される。

発明の概要

本発明の1つの特徴は、レンズのエッジに近接した不完全硬化したレンズ形成材料の反応を開始させるためにレンズの暴露したエッジの周囲に酸素バリヤを与えることに関する。1つの実施の形態では、液体の重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも2つの鋳型および／または1つのガスケットを有する鋳型空洞の中に置く。紫外線を鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて放出して、レンズのエッジ近辺に完全には硬化していない組成物を有するレンズ形成組成物を実質的

に硬化させてもよい、ガスケットを取り除いてレンズエッジを暴露させ、光重合開始剤を含む酸素バリヤをレンズの暴露したエッジの周囲に置き、酸素バリヤ光重合開始剤の少なくとも一部分が、完全には硬化していないレンズ形成組成物に近接するようにしてもよい。不完全硬化した材料の一部分を、酸素バリヤを与える前に手作業で取り外してもよい。次に、酸素バリヤによりバリヤ外からの酸素がレンズ形成組成物の少なくとも一部分に実質的に接触しないようにしている一方で、別の紫外線の光束をレンズに向けて放出して、酸素バリヤの光重合開始剤の少なくとも一部分がレンズ形成組成物の反応を始動させるようにしてもよい。レンズを冷却させ、次に酸素バリヤを取り外してもよい。レンズは、硬化が完了した後で着色してもよい。

酸素バリヤは、少なくとも部分的に紫外線を透過する、柔軟性があり、引き延ばし可能で、自己封入式の薄膜を含んでもよい。酸素バリヤは、光重合開始剤を含浸させたポリウレタンを含んでもよい。この薄膜は、厚さ約0.01mm~1.0m

m、より好ましくは厚さ約0.01mm~0.10mmの高密度ポリウレタン製の細片を含んでもよい。薄膜がより厚くなると、快適さと引き延ばし性が減少する傾向がある。酸素バリヤは、厚さ約0.025mm未満の（例えば厚さ約0.0127mmの厚さ）以下の手順で製造される可塑性薄膜を含んで良い。

- (a) 光重合開始剤とエッチング剤を含む溶液に可塑性薄膜を浸漬するまたはその溶液中をくぐらせる。
- (b) 溶液から可塑性薄膜を除去する。
- (c) 可塑性薄膜を乾燥させる。

可塑性薄膜の表面は、溶液に可塑性薄膜を浸漬させるに先だってまたはその最中に化学的にエッチングしてもよい。

本発明の別の特徴は、レンズの表層への伝導熱の印加に関する。本発明の1つの実施の形態では、液体の重合可能レンズ形成組成物が、第1の鋳型部材および第2の鋳型部材を有する鋳型空洞中に置かれる。第1の紫外線を鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて放出して、レンズ形成組成物をレンズに硬化させる。1

つの鋳型部材を実質的に固体の伝導熱源に使用してよい。(a)伝導性熱発生源から鋳型部材表層に熱が伝導的に伝達することにより、および(b)このような鋳型部材を介してレンズ表層に熱が伝導的に伝達することによって、レンズ表層に熱が伝導的に印加され得る。

ある実施の形態では、鋳型部材を部分的に断熱し、また、鋳型部材表層にゆっくりとそして均一に熱を伝達するため、柔軟性のある熱分配器を熱源と鋳型部材の間に置いてよい。熱分配器は、鋳型部材の表層に適合するような形状にしてもよい。熱源は、鋳型部材の凹形状面に適合するような凸形状の要素を含んでいても良い。熱発生源の温度はサーモスタットによって調整してもよい。熱を鋳型部材を介してレンズの背面に伝導的に印加させ、これによって、レンズの背面の表面に近接した

レンズ形成材料の交差結合および着色性を向上させるようにしてもよい(例えば、着色不可能な引っかき抵抗性のコーティングがレンズの前面に存在する場合)。

本発明の1実施の形態では、眼鏡レンズは、(a)液体の重合化可能なレンズ形成組成物を少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞の中に置くステップと、(b)複数の好ましくは高強度の紫外線パルスをレンズ形成組成物に暴露するステップであり、前記パルスの内の少なくとも1つが約1秒未満(より好ましくは約0.1秒未満、さらにより好ましくは0.001秒から0.1秒までの間)の持続時間を持つステップと、(c)レンズ形成組成物を硬化させて、30分未満(より好ましくは20分未満、さらにより好ましくは15分未満)で実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップとによって形成される。

上記のパルスは、鋳型空洞内のパルスで暴露されたレンズ形成組成物の実質的にすべての部分で反応が開始するのに十分高い強度を有することが望ましい。1つの実施の形態では、反応は鋳型空洞内のパルスで暴露されたレンズ形成組成物の任意の実質的に全ての断面で開始される。温度は、紫外線の暴露後に上昇を開始するのが望ましい。

レンズ形成組成物は、1つ以上の光源からの紫外線で暴露されてよい。2つの光源を鋳型空洞のそれぞれ反対側に与えて、2つの側からレンズ形成組成物に光線を暴露してもよい。代替実施の形態では、レンズ形成組成物は、パルスが暴露される前またはその最中に相対的強度の低い紫外線に暴露される。このようなパルスは相対的強度が高いことが望ましく、鋳型空洞内において、相対的に強度の低い紫外線の暴露される側の反対側に暴露されるのが望ましい。

レンズ形成組成物は、パルスが暴露されている間に相対的強度の低い紫外線で暴露されるのが望ましく、その比較的低い強度の光線の強度は、鋳型空洞の鋳型部材

の外部表面上で測定して $0.01 \text{ ワット}/\text{cm}^2$ 未満より好ましくは $0.001 \text{ ワット}/\text{cm}^2$ 、さらにより好ましくは $2 \sim 30 \text{ ミリワット}/\text{cm}^2$)であるのが望ましい。相対的強度の低い光線は、パルス間でより定常的または均質に反応を進行させるため低い線量で供給する。

パルスの少なくとも1つ、できればすべてが、鋳型空洞の鋳型部材の外部表面上で測定して少なくとも $0.1 \text{ ワット}/\text{cm}^2$ の強度を有するのが望ましい。そうでない場合は、パルスの少なくとも1つ、できればすべてが少なくとも $0.1 \text{ ワット}/\text{cm}^2$ または $1 \text{ ワット}/\text{cm}^2$ の強度を持つ。

レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるに十分な紫外線を暴露することが可能である。次に、1つの実施の形態では、追加光線（例えばパルス）を暴露する前に少なくとも5分間の待機時間（waiting）または暗黒（darkness）時間が発生する。この待機時間または暗黒時間によって熱が消費され、これによって鋳型空洞中に過度の熱が蓄積するのを防ぐようにしている。1つの実施の形態では、少なくとも5, 10, 20パルスをレンズ形成組成物に暴露して、約5～8分間ほど待機し、その後で、追加光線を暴露する。

眼鏡レンズの平均厚さは少なくとも約 $1.5 \sim 2.0 \text{ mm}$ である。レンズは、厚くなるほど、連続非パルス光線で硬化することが困難となる傾向がある。

鋳型空洞は空気または冷却空気によって冷却されるのが望ましい。光線パルスの1つの重要な利点は、冷却空気の代わりに周辺空気を用いて鋳型空洞を冷却で

きる点にある。このようにして、購入や操作が高価なものとなりやすい空冷装置が必要ないので、レンズ硬化コストがかなりの額になるのを避けることができる。

パルスは、キセノン光源などのフラッシュ光源（すなわち、フラッシュ光線）から放出されるのが望ましい。レンズ形成組成物が少なくとも1つのパルス時に紫外線で過飽和するようにパルスを暴露するのが望ましい。フラッシュ光線は、（安定

するのに5～60分かかる傾向がある連続光線とは対称的に）ウォームアップに要する時間が短い点が長所である。

プラス2ジオプトリを越える度の強さを持つレンズやマイナス4ジオプトリ未満の度の強さを持つレンズなどのような、処方に合わせるのが困難なレンズをパルス光線で形成してもよい。

フラッシュ光線によってパルス光線を暴露する1つの利点は、パルスの持続時間が非常に短いために、より強度の高い光線が暴露されても、レンズ形成組成物を硬化させるために暴露された光エネルギーの総量は少なくて済むことである。したがって、低い暴露熱が鑄型空洞に印加され、これによって冷却要件が減少する。その上、エネルギーの節約になる。1つの実施の形態では、レンズにレンズ形成組成物を硬化させるために、20, 10, 5, または1ジュール/cm²未満のエネルギーが印加される。

直接に測定するか、またはチャンバー内の温度（例えば、鑄型空洞の少なくとも一部分の温度）の測定やチャンバー内もしくはチャンバーから出てゆく空気の温度などの形で間接的に測定することにより、紫外線をレンズ形成組成物の温度の関数として暴露することが望ましい。

本発明のもう1つの実施の形態では、（a）光重合開始剤を含む液状で重合可能なレンズ形成組成物を少なくとも第1の鑄型部材および第2の鑄型部材で輪郭を定められる鑄型空洞内に置くステップと、（b）レンズ形成組成物の温度上昇を開始させるために、ある強度を持つ紫外線を鑄型部材の内の少なくとも1つを介してある選択された期間にわたってレンズ形成組成物に対して暴露するステッ

ブと、(c) 紫外線の強度を減少させて、レンズ形成組成物の温度がある選択された第1の温度にまで上昇するのを防ぐステップと、(d) レンズ形成組成物の発熱反応によってレンズ形成組成物の温度を、選択された第1の温度未満である第2の温度に

まで上昇させるステップと、(e) (1) ある強度を持つ紫外線を鋳型部材の内の少なくとも1つを介してレンズ形成組成物に暴露させることと、(ii) 紫外線の強度を減少させることとによって、実質的に透明な眼鏡レンズを形成するために、レンズ形成組成物を硬化させるステップとによって眼鏡レンズを硬化させ、約30分未満の期間でレンズ形成組成物から眼鏡レンズを形成することを特徴とする。

本発明のもう1つの実施の形態では、(a) 光重合開始剤を含む液状で重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞内に置くステップと、(b) レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるように、第1の紫外線を鋳型部材の内の少なくとも1つに選択された第1の期間にわたって暴露するステップと、(c) 鋳型部材の内の少なくとも1つから第1の紫外線を取り除き、これによって組成物の温度が選択された第1の温度にまで上昇するのを防ぐステップと、(d) (1) 第2の紫外線を選択された第2の期間にわたって鋳型部材の内の少なくとも1つに暴露するステップと、(ii) 第2の紫外線を選択された第3の期間にわたって鋳型部材の内の少なくとも1つから取り除くステップの双方のステップを繰り返し交代で実行してレンズの形成を完了させるステップとによって、眼鏡レンズが作成される。

本発明の代替実施の形態では、(a) 光重合開始剤を含む液状で重合可能なレンズ形成組成物を、少なくとも第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞内に置くステップと、(b) レンズ形成組成物の温度が上昇し始めるように、第1の強度を持つ紫外線を選択された第1の期間にわたって鋳型部材の内の少なくとも1つに暴露するステップと、(c) 鋳型部材の内の少なくとも1つからの紫外線の第1の強度を減少させるステップと、(d) 紫外線の複数のパルスを鋳型部材の内の少なくとも1つを介してレンズ形成組成物に

繰り返して暴露して、実質的に透明な眼鏡レンズの形成を完了させるステップであり、前記パル

スの内の少なくとも1つは第2の期間にわたって持続し、第3の期間が前記パルスの内の少なくとも2つを暴露する間に存在するステップとによって眼鏡レンズが作成される。

本発明による装置は、(a) 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、(b) 鑄造面および非鑄造面を有する鑄型部材であり、第1の鑄型部材および第2の鑄型部材の鑄造面が鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中に第1の鑄型部材から離れて置かれる第2の鑄型部材と、(c) 使用中に第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも1つに向けて紫外線のパルスを発生して暴露する第1のパルス光線発生器と、(d) 紫外線が複数のパルスとなって第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも1つに向けて暴露されるように第1のパルス光線発生器を制御するコントローラであり、前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有するコントローラとを含む。

本発明によるシステムは、(a) 光重合開始剤を含むレンズ形成組成物と、(b) 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と(c) 鑄造面および非鑄造面を有する鑄型部材であり、第1の鑄型部材および第2の鑄型部材の鑄造面がレンズ形成組成物の鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中は第1の鑄型部材から分離して置かれる第2の鑄型部材と、(d) 使用中に、第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線のパルスを発生して暴露する第1のパルス光線発生器と、(e) 紫外線が複数のパルスとなって第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて暴露されるように、第1のパルス光線発生器を制御するコントローラであり、前記パルスの内の少なくとも1つが1秒未満の持続時間を有するコントローラとを含み、レンズ形成組成物を硬化させて、実質的に透明な眼鏡レンズを30分未満で形成することを特徴とする。

レンズ形成組成物は、アクリル酸およびメタアクリル酸から選択された少なくとも

も2つの不飽和エチレン基を包含する少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーと、アクリル基およびメタクリル基から選択された少なくとも3つの不飽和エチレン基を含むポリエチレン官能性モノマー、および／またはビス（アリルカーボネート）官能性モノマーを包含する芳香族を含む。

本発明によるシステムは、（a）光重合開始剤を含むレンズ形成組成物と、（b）鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材および鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材を含む鑄型空洞チャンバーであり、第2の鑄型部材が、第1の鑄型部材および第2の鑄型部材の鑄造面がレンズ形成組成物の鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中に第1の鑄型部材から分離して置かれる鑄型空洞チャンバーと、（c）使用中に、第1の強度を持つ紫外線を第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて発生して暴露する第1の光線発生器と、（d）チャンバー内の温度またはチャンバーから出ていく空気の温度を感知する温度センサーと、（e）温度センサーに連結されており、第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて暴露される紫外線の第1の強度が、温度センサーによって測定された温度が実質的に上昇するように、第1の光線発生器を制御するコントローラとを含み、レンズ形成組成物を硬化させて、30分未満で実質的に透明な眼鏡レンズを形成することを特徴とする。

本発明による装置は、

（a）鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、（b）鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材であり、第2の鑄型部材が、第1鑄型部材および第2の鑄型部材の鑄造面がレンズ形成組成物の鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように、使用中は第1の鑄型部材から分離して置かれている第2の鑄型部材と、（c）使用中は、第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線を発生して暴露する紫外線発生器と、（e）光線発生器によって暴露された光

線の強度を制御するコントローラと、（f）紫外線発生器によって暴露された光線の強度を測定する光センサーであり、光線発生器に信号を発して、発生中の紫外線の強度を変化させるように指示するようになっている光センサーと、（g）

紫外線以外の光線が光センサーに衝突するのを防ぐフィルタとを含む。

代替実施の形態では、眼鏡レンズ作成用システムは、(a) 鑄造面および非鑄造面を有する第1の鑄型部材と、(b) 鑄造面および非鑄造面を有する第2の鑄型部材であり、第1の鑄型部材および第2の鑄型部材の鑄造面がレンズ形成組成物の鑄型空洞の輪郭を少なくとも部分的に定めるように使用中に、第1の鑄型部材から分離して置かれる第2の鑄型部材と、(c) 使用中は、第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に向けて紫外線を発生して暴露する紫外線発生器と、(d) 鑄型部材の内の少なくとも一方の非鑄造面に向けて空気を暴露する分配器と、(e) 空気を冷却する熱電冷却システムと、(f) 鑄型部材の非鑄造面に接触した排出空気を受けとり分配器に再循環させる第1の送風器とを含んでよい。

1つの実施の形態では、眼鏡レンズは、(a) 光重合開始剤を含む液状で、重合可能なレンズ形成組成物を、第1の鑄型部材および第2の鑄型部材によって少なくとも部分的に輪郭を定められる鑄型空洞内に置くステップと、(b) 紫外線の複数のパルスを鑄型部材の内の少なくとも1つを介してレンズ形成組成物に向けて暴露して、レンズ形成組成物の反応を開始させるステップであり、複数のパルスの内の少なくとも1つが少なくとも約10ミリワット/cm²の強度を有するステップと、(c) レンズ形成組成物に向けて複数パルスを暴露するステップに続いて、第2の強度を持つ紫外線を鑄型部材の内の少なくとも1つを介してレンズ形成組成物に向けて暴露して実質的に透明な眼鏡レンズを形成するステップであり、第2の強度が約350マイクロワット/cm²未満であるステップと、(d) 第2の強度の紫外線をレンズ形成組成物に向けて暴露するステップと実質的に同時に、鑄型部

材の内の少なくとも1つの部材の非鑄造面に空気を暴露してレンズ形成組成物から熱を取り除くステップと、によって製造される。

引っかき抵抗性コーティングを有するレンズは、(a) 鑄造面および非鑄造面を含む鑄型部材内に、光重合開始剤を含み、紫外線で暴露されると硬化する第1のコーティング組成物を置くステップと、(b) 鑄型部材を回転させて、第1の

コーティング組成物を鑄造面上に分配するステップと、(c) 紫外線を鑄型部材に暴露して、第1のコーティング組成物の少なくとも一部分を硬化させるステップと、(d) 光重合開始剤を含み、紫外線で暴露されると硬化する第2のコーティング組成物を鑄型部材内に置くステップと、(e) 鑄型部材を回転させて、第2のコーティング組成物を、硬化済みの第1のコーティング組成物の上に分散するステップと、(f) 紫外線を鑄型部材に暴露し、これによって、第2のコーティング組成物の少なくとも一部分を硬化させて、第1および第2のコーティング組成物のおおの少なくとも一部分を含む実質的に透明な合成コートを形成するステップと、(g) 前記鑄型部材を第2の鑄型部材と1緒に組み立てて、鑄型部材同士間に空洞を有する鑄型を形成するステップと、(h) 光重合開始剤を含み、紫外線で暴露されると硬化するレンズ形成組成物を空洞内に置くステップと、(i) 紫外線を鑄型に暴露して、レンズ形成材料の少なくとも一部分を硬化させて、レンズを形成するステップとによって形成されるが、前記合成コートがレンズ形成材料の硬化部分に固着することを特徴とする。

図面の簡単な説明

本方法の上記の説明およびさらなる目的、特徴および長所ならびに本発明による装置は、以下の添付図面を参照して、本発明に従った現時点において好ましい例示の実施の形態に関する以下の詳細な説明によってより完全に理解されよう。

図1は、可塑性レンズを製造する装置の斜視図である。

図2は、図1を線2-2で切った装置の断面図である。

図3は、図2の線3-3で切った装置の断面図である。

図4は、装置の1つの構成部品の詳細図である。

図5は、装置の1つの構成部品の詳細図である。

図6は、本発明による装置で使用されるレンズセルの断面図である。

図7は、シャッターシステムの1つの実施の形態の図である。

図8は、熱発生源と鑄型表面の間に置かれる熱分配器の1つの実施の形態の上面図および側面図である。

図9は、可塑性レンズを製造し、事後硬化する代替のプロセスおよびシステム

の概略ブロック図である。

図10は、紫外線をレンズまたは鋳型アセンブリに暴露する装置の概略図である。

図11は、レンズの1つの実施の形態を示す図である。

図12は、光重合開始剤を含む酸素バリアの1つの実施の形態を示す図である。

図13は、光センサーおよびコントローラを持つレンズ硬化装置の概略図である。

図14は、レンズ硬化装置の前部の概略図である。

図15は、レンズ硬化装置の側部の概略図である。

図16は、熱発生源および熱分配器の1つの実施の形態を示す図である。

図17は、熱発生源および熱分配器のさまざまな実施の形態を示す図である。

図18は、熱発生源および熱分配器の1つの実施の形態を示す図である。

図19は、2つの鋳型部材および1つのガスケットの1つの実施の形態を示す図である。

図20は、連続的暴露サイクルの温度プロファイルを示すグラフである。

図21は、華氏58度の冷気を鋳型／ガスケットのセットに供給しながら、3

00Dの基底曲線を有する鋳型／ガスケットのセットと共に用いられたパルス暴露サイクルおよび連続暴露サイクルに対する温度プロファイルを示すグラフである。

図22は、硬化サイクル変数間での定量的関係を示すグラフである。

図23は、6.00Dの基底曲線を有し3つのそれぞれ異なった光線レベルと共に用いられた鋳型／ガスケットのセットの1硬化サイクルに対する温度プロファイルを示すグラフである。

図24は、6.00Dの基底曲線を持つ鋳型／ガスケットのセットを用いる硬化サイクルに対する連続したパルス温度プロファイルを示すグラフである。

図25は、4.50Dの基底曲線を持つ鋳型／ガスケットのセットを用いる硬

化サイクルに対する連続したパルス温度プロフィールを示すグラフである。

図26は、3.00Dの基底曲線を持つ鋳型／ガスケットのセットを用いる硬化サイクルに対する連続したパルス温度プロフィールを示すグラフである。

図27は、フラッシュ光源および連続紫外線（例えば蛍光）光源の双方を同時に用いるシステムの1つの実施の形態を示す図である。

図28は、2つのフラッシュ光源を同時に用いるシステムの1つの実施の形態を示す図である。

図29は、紫外線コントローラを用いるシステムの1つの実施の形態を示す図である。

図30は、レンズ硬化装置の概略図である。

図31は、熱電冷却システムの詳細図である。

図32は、熱電冷却システムの断面図である。

図33は、熱電モジュールの図である。

図34は、フラッシュランプ硬化サイクルの図である。

図35は、フラットトップ型二重焦点鋳型の断面図である。

好ましい実施の形態の説明

紫外線を用いるレンズ硬化用の装置、操作手順書、機器、システム、方法および組成物は、ニューヨーク州イーストロックアウエイおよびケンタッキー州ルイビルのRapid Cast社、Q2100社およびFast Cast社から入手できる「Fast CastのLenSystemの操作マニュアル」(Operational Manual For The Fast Cast Len System)という題名のFast Cast社の出版物を引用して本明細書の一部とする。

ここで図1を参照すると、本発明による可塑性レンズ硬化チャンバーは一般に、参照符号10で示される。レンズ硬化チャンバー10は、複数のパイプ12を介して空気発生源（図示せず）と連絡しているのが望ましいが、その目的を以下に説明する。

図2に示すように、可塑性レンズ硬化チャンバー10は上部ランプチャンバー

14、暴露チャンバー16および下部ランプチャンバー18を含む。上部ランプチャンバー14は、プレート20によって暴露チャンバー16から分離されている。下部ランプチャンバーはプレート22によって暴露チャンバー16から分離される。上部ランプチャンバー14、暴露チャンバー16および下部ランプチャンバー18は、それぞれ上部ランプチャンバー扉24、暴露チャンバー扉26および下部ランプチャンバー扉28によって周辺空気から分離されている。上部ランプチャンバー扉24、暴露チャンバー扉26および下部ランプチャンバー扉28は図1では、対応する2つの扉部材を含むものとして示されているが、扉24、26および28は1つまたは複数の扉部材を含むことがあることが当業者には明らかであろう。上部ランプチャンバー扉24、暴露チャンバー扉26および下部ランプチャンバー扉2

8はガイド30中に滑動取付けしてよい。図2に示すように、通気穴32は、対応する通気チャンバー34および、プレート20およびプレート22の開口部36を介して上部ランプチャンバー14および下部ランプチャンバー18と連絡している。通気穴32はおのおのが通気カバー38によって遮蔽されている。

図3に示すように、通気穴33は暴露チャンバー26に配置されており、暴露チャンバー16と連絡している。通気穴33はおのおのが通気カバー35によってシールドされている。

図2および3に示すように、複数の光線発生デバイスすなわちランプ40が上部ランプチャンバー14および下部ランプチャンバー18のそれぞれの中に配置されている。上部ランプチャンバー14および下部ランプチャンバー18はおのおのが、上部ランプチャンバー14内のランプ40はその三角形の頂点が上方を向くように配置され、一方下部ランプチャンバー18内のランプ40はその三角形の頂点が下方を向くように配置された三角形形式で配置されたランプ40を含むことが望ましい。ランプ40は、少なくとも約300nmから400nmの範囲の波長を有する紫外線を発生させるのが望ましいが、その理由は、レンズ形成材料を硬化させる有効波長スペクトルは、300nmから400nmの範囲に存在するからである。ランプ40は、適当な取付具42に支持され電氣的に接続さ

れている。

排気ファン44は上部ランプチャンバー14と連絡しており、一方、排気ファン46は下部ランプチャンバー18と連絡している。

上記したように、上部ランプチャンバー14はプレート20によって暴露チャンバー16から分離されている。同様に、下部ランプチャンバー18もプレート22によって暴露チャンバー16から分離されている。プレート20および22はそれぞれ開口部48および50を持つが、これらを通して、ランプ40によって発生された光線が暴露されてレンズセル52（図2に細線で示されている）に衝突する。

レンズセル52の直径は約74 mmであるのが望ましい。開口部48および50は約70 mmから約140 mmまでの範囲にあるのが望ましい。

1つの実施の形態において、上部光線フィルタ54はプレート20上に静止され、一方下部光線フィルタ56はプレート22上に静止されるかまたはブラケット57によって支持される。上部光線フィルタ54および下部光線フィルタ56は、図2において単1のフィルタ部材から構成されるときとして示されるが、通常の当業者には、上部光線フィルタ54および下部光線フィルタ56のそれぞれが2つまたはそれ以上のフィルタ部材を有することができることが認識されよう。上部光線フィルタ54および下部光線フィルタ56の構成要素は好ましくは成形されるレンズの特性に依存して変更される。例えば、負値のレンズを作成するための好ましい実施の形態においては、上部光線フィルタ54は、透明なバイレックスガラスのプレート上に置かれた両面をつや消しされたバイレックスガラスのプレートを含む。下部光線フィルタ56は、つや消しされたバイレックスガラスのプレートおよび透明なバイレックスガラスのプレートの間に置かれたレンズのエッジに関して中央部に向かって入射する紫外線の強度を低下させるための装置を伴う、透明なバイレックスガラスのプレート上に静止する片面をつや消しされたバイレックスガラスのプレートを含む。

逆に、正值のレンズを作成するための好ましい装置においては、上部光線フィルタ54は、透明なバイレックスガラスのプレートおよびつや消しされたバイレ

ックスガラスのプレート間に置かれたレンズの中央部分に関してエッジ方向に入射する紫外線の強度を低下させるための装置を伴う、片面または両面をつや消しされたパイレックスガラスのプレートおよびつや消しされたパイレックスガラスのプレート上に置かれた透明なパイレックスガラスのプレートを含む。下部光線フィルタ56は、透明なパイレックスガラスのプレート間に置かれたレンズの中央部分

に関してエッジ方向に入射する紫外線の強度を低下させるための装置を伴う、透明なパイレックスガラスのプレート上に静止する片面をつや消しされた透明なパイレックスガラスのプレートを含む。この装置においては、レンズのエッジ部に入射する紫外線の相対的な強度を低下させるための装置の代わりとして、同様の結果を得るために、すなわちレンズのエッジ方向に入射する紫外線の相対的な強度を低下させるために、開口部50の直径を小さくすることができる。

光線フィルタ54または56のそれぞれが、複数のフィルタ部材または、光を望ましい強度に低下させるために、光を拡散させるために、および／またはレンズセル52を通過する際の光度勾配を創出するために効果的な他の手段または装置から構成され得るということは、当業者にとって周知のことである。代わりに、ある実施の形態においては、フィルタ部材は使われなくてもよい。

好ましくは、上部光線フィルタ54または下部光線フィルタ56はそれぞれ、すくなくとも1つのつや消しされた面を有する少なくとも1つのパイレックスガラスのプレートを含む。また、上部濾過器54および下部濾過器56のどちらか一方または両方が、片面または両面がつや消しされたパイレックスガラスの1つ以上のプレート、および／または1つ以上のトレーシングペーパーのシートを含んでもよい。つや消しされたパイレックスガラスを通過した後は、紫外線は鋭い強度不連続性をもたないと確信され、それは、ある場合において完成したレンズにおける光学的収差の減少をもたらすと考えられる。当業者は、鋭い不連続性を持たないように紫外線を拡散させるために他の手段を用いてもよいことを理解するだろう。

左ステージ58、中央ステージ60、および右ステージ62は、暴露チャンバ

ー16内に好ましく配置され、それぞれが好ましく複数のステージ64を含む。左ステージ58および中央ステージ60は左暴露チャンバー66の輪郭を定め、一方右ステージ62および中央ステージ60は右暴露チャンバー68の輪郭を定める。図

2の仮想線においておよび図4において詳細に示されるセルホルダー70は、左暴露チャンバー66および右暴露チャンバー68のそれぞれの中に置かれてもよい。セルホルダー70は、左ステージ58および中央ステージ60の、および中央ステージ60および右ステージ62のそれぞれの補足的ステップ64上で、セルホルダー70が支えられることを可能とするように設計された周辺ステップ72を含むことができる。図4に示されるように、それぞれのセルホルダー70はまた、ランプ40からの紫外線の通過を可能にする中央ボア74および以下に示されるやり方でレンズセル52を支持するように設計された環状のステップ76を含む。

図6に示されるように、各々のレンズセル52は、レンズの鑄型空洞82を規定するための環状ガスケット80によって分離された、相対する鑄型部材78を含んでもよい。相対する鑄型部材78および環状ガスケット80は、望ましいジオプトリをもつレンズを生み出すような仕方で成形され、選択されてもよい。

鑄型部材78は好ましくは、紫外線がそれを通過することを可能にするのに適したいかなる材料からも形成される。鑄型部材78は好ましくはガラスから形成される。鑄型部材78のそれぞれは、外側の周辺表面84および精密研磨された相対する表面86および88を有する。好ましくは鑄型部材78は、望ましい紫外線透過特性を有し、鑄造面86および非鑄造面88の両方とも好ましくは、完成したレンズにおいて再現されるかもしれないような表面収差、波面、傷、および他の欠点を有しない。

上述したように、鑄型部材78は、その相対する面86の間のレンズ鑄型空洞82を規定するために1定の間隔をあけて保持されるように適合させられる。鑄型部材78は好ましくは、鑄型部材78の外部からレンズ鑄型空洞78をシールするT字形フレキシブル環状ガスケット80によって1定の間隔を空けて保持さ

れる。使用においてはガスケット80はセルホルダー70の環状ステップ76上に支持さ

れてもよい。

このようにして、上部または背部鑄型部材90は凸状内部表面86を有する一方、下部または前部鑄型部材92は凹状内部表面86を有す。その結果のレンズ鑄型空洞82は、望ましい構成をもつレンズを形成するように形作られる。こうして、望ましい表面86をもつ鑄型部材78を選択することによって、異なった特性、たとえば焦点距離を有するレンズを装置10によって作ってもよい。

ランプ40から放出する紫外線は鑄型部材78を通過し、レンズを形成するために以下に述べられるような仕方で鑄型空洞82に置かれたレンズ形成材料に作用する。上述したように、紫外線は適切なフィルタ54または56を通過してレンズセル52に衝突してもよい。

鑄型部材78は、好ましくは、紫外線の暴露がそこを通過するために約300nmより短い波長を持つことを許さないような材料から形成される。適切な材料は、ペンシベニア州デューリアの有限会社スコット光学ガラスによって製造販売されているスコットクラウン、S-1またはS-3、またはニューヨーク州コーニングのコーニングガラスによって販売されているコーニング8092ガラスである。鑄型の供給元は、オプティカルデブリンS. A. (メキシコ、メキシコシティ)、および/または有限会社ティトマス (ヴァージニア州フレデリクスバーグ) でもよい。

環状ガスケット80は、良好なエッジ仕上げを示し、レンズ硬化工程を通じて十分な柔軟性を維持するビニール材料から形成されてもよい。好ましい実施の形態においては、環状ガスケット80は、ゼネラルエレクトリック社から市販されているGESE6035のようなシリコーンゴム材料で作られる。もう1つの好ましい実施の形態においては、環状ガスケット80は、ELVAX7の商品名でE. I. デュポン・ド・ノモワール社から市販されるエチレンと酢酸ビニルの重合体から作

られる。好ましいELVAX7は、17.3～20.9 dg/minのメルトインデックスおよび24.3～25.7重量%の酢酸ビニル含有率を有するELVAX7350、22.0～28.0 dg/minのメルトインデックスおよび27.2～28.8重量%の酢酸ビニル含有率を有するELVAX7250、38.0～48.0 dg/minのメルトインデックスおよび27.2～28.8重量%の酢酸ビニル含有率を有するELVAX7240、および38.0～48.0 dg/minのメルトインデックスおよび32.0～34.0重量%の酢酸ビニル含有率を有するELVAX7150である。特定の材料に関わりなく、ガasket 80は、当業者にとって周知の従来の射出成形または圧縮成形によって作ってもよい。

図2の仮想線において、図3の断面において、および図5において詳細に、示されるように、上部および下部空気分配デバイス94は、左暴露チャンバー66および右暴露チャンバー68のそれぞれの中に置かれる。空気分配デバイス94のそれぞれはパイプ12に接続されている。図5に示されるように、それぞれの空気分配デバイス94は、高圧部95、および空気分配デバイス94からの空気の排出を可能にするためにその中に置かれたオリフィス98をもつ実質的に円筒状の開口部96を含む。オリフィス98の直径は一定であってもよいし、または、空気分配デバイス94の高圧部95に直接相對するとき好ましくは最大に達し、高圧部95に最も接近するとき好ましくは最小になるように、円筒状開口部96の円周のまわりで変化してもよい。さらに、オリフィス98は、レンズセルホルダー70内に配置され、左暴露チャンバー66または右暴露チャンバー68内に取付けられてもよいレンズセル52に向けて空気を吹き付けるように設計されている。

実施に際して、本発明の装置は、中央部が相対的に厚い正值のレンズまたは周縁が相対的に厚い負値のレンズの製造のために適切に構成されてもよい。過早放出の可能性を低くするために、レンズの相対的に厚い部分は好ましくは、レンズの相対

的に薄い部分より速い速度で重合される。

レンズの様々な部分で起こる重合の速度は、レンズの特定の部分に入射する紫外線の相対的強度を変化させることによって制御してもよい。レンズの様々な部分で起こる重合の速度はまた、レンズセル52を冷却するために鋳型部材78を通る空気を調整することによって制御してもよい。

正值のレンズに対しては、入射紫外線の強度は好ましくは、レンズのより厚い中央部分がレンズのより薄い周縁部分より速く重合するように、レンズの周縁部分において低下させられる。逆に、負値のレンズに対しては、入射紫外線の強度は好ましくは、レンズのより厚い周縁部分がレンズのより薄い中央部分より速く重合するように、レンズの中央部分において低下させられる。正值のレンズまたは負値のレンズのどちらに対しても、空気は、レンズセル52を冷却するために鋳型部材78の面をわたるように調整される。入射紫外線の全体的な強度が増大するにつれて、より強い冷却が必要になり、それは空気の速度の増大および空気の温度の低下のどちらか一方または両方によって達成され得る。

本発明における有効性を有するレンズ形成材料が、硬化する際に縮む傾向にあるということは当業者にとって周知のことである。もしレンズの相対的に薄い部分が相対的に厚い部分より前に重合することが可能ならば、相対的に厚い部分が硬化し縮むときに、相対的に薄い部分は固まり、レンズは過早排出されまたは鋳型部材78をひび割れさせる。従って、正值のレンズの周縁部分に入射する紫外線の相対的強度が中央部に比較して低いときは、中央部がより早く重合し周縁が固まる前に縮むので、縮みはより一様になる。逆に、負値のレンズの中央部に入射する紫外線の相対的強度が周縁に比較して低いときは、周縁部分がより速く重合し中央部が固まる前に縮むので、縮みはより一様になる。

レンズに入射する紫外線の相対的強度の変化は、様々な方法によって行われてよ

い。1つの方法に従えば、正值のレンズの場合、紫外線が主にレンズのより厚い中央部に入射するように、不透明な材料のリングがランプ40およびレンズセル52の間に置かれてもよい。逆に、負値のレンズの場合は、紫外線が主にレンズの周縁に入射するように、不透明な材料のディスクがランプ40およびレンズセ

ル52の間に置かれてもよい。

もう1つの方法に従えば、負値のレンズの場合、中央部における不透明性から暴露状の外側部分における透明性まで、不透明度の様々な度合いを有するシート材料がランプ40およびレンズセル52の間に配置される。逆に、正值のレンズの場合、中央部における透明性から暴露状の外側部分における不透明性まで、不透明度の様々な度合いを有するシート材料がランプ40およびレンズセル52の間に置かれる。

当業者は、相対する鋳型部材78上に入射する紫外線の強度を変化させるために、上に列挙したよりも多くの技法が広範に存在することを理解するだろう。いくつかの実施の形態において、入射光の強度が、上部光線フィルタ54または下部光線フィルタ56を通過する前は、約3.0～5.0平方センチメートル当りミリワット (mW/cm^2) であり、レンズの最も厚い部分における強度の総計が、0.6～2.0 mW/cm^2 におよび、一方レンズの最も薄い部分における強度の総計が、0.1～1.5 mW/cm^2 におよぶことが測定され決定された。

いくつかの実施の形態において、レンズセル52上に入射する全体の光度は、レンズセル52が重合速度を受容できるレベルまで減少させるために充分冷却されるかぎり、レンズの厚いまたは薄い部分に入射する相対的強度よりも完成品においてはより少ない効果を有する。

いくつかの実施の形態において、紫外線重合レンズの最終出力は、相対する鋳型部材78に衝突する入射紫外線の配分を操作することによって制御してもよい。例

例えば、鋳型部材78およびガasket 80の一体的結合のために、作られたレンズの収束強度は、レンズ鋳型空洞82または相対する鋳型部材78の面をわたる紫外線の強度パターンを変化させることによって、増大または減少させてもよい。

レンズ形成材料が硬化するにつれて、それはゲル状態を通過する。レンズセル内におけるそのパターンは、レンズ形成材料が縮み始めるときに、後に硬化の際

に発生する内部応力の適正な配分に導く。

硬化の間にレンズ形成材料が縮む際に、相対する鑄型部材78は好ましくは、レンズの相対的に厚い部分および相対的に薄い部分の間の異なる収縮量の結果として、屈曲する。負値のレンズが、例えば硬化するとき、上部または背部鑄型部材90は好ましくは偏平化し、下部および前部鑄型部材92は好ましくは、ほとんどの縮みが下部および前部鑄型部材92において起こるために急勾配化する。逆に、正值のレンズの場合は、上部または背部鑄型部材90は好ましくは急勾配化し、下部および前部鑄型部材92は好ましくは、ほとんどの縮みが上部および背部鑄型部材90において起こるために偏平化する。

レンズ形成空洞82におけるレンズの相対的に薄いおよび相対的に厚い部分の間の紫外線の強度を変化させることによって、多かれ少なかれ全体的な屈曲を作り出すことができる。より少ない屈曲に帰着するこれらの光の条件は、過早排出の可能性を最小化する傾向を持つ。

相対する鑄型部材78の初期曲率および製造されるレンズ中央部の厚さは、理論的なまたは予測されるレンズの度の強さを計算するために使うことができる。紫外線の状態は、レンズの度の強さを予測されるよりも大きくまたは少なく変化させるために、操作することができる。不透明材料のディスクの直径が大きくなればなるほど、レンズは負の度の強さをより大きく示す傾向をもつ。

紫外線によって硬化させられるレンズが相対する鑄型部材78から除去される

ときは、それらは典型的に応力がかかった状態にある。硬化中に進行した内部応力を開放し、レンズの前部および後背部の屈曲の変化をもたらすために、硬化後熱処理をレンズに施すことによって、レンズの力を最終的な静止力にもっていくことができると考えられている。典型的には、レンズは、紫外線によって、およそ10～30分（好ましくはおよそ15分）で硬化する。硬化後熱処理は、約85～120℃で約5～15分間行われる。好ましくは、硬化後熱処理は100～110℃で約10分間行われる。硬化後の前では、レンズは一般的に、最終的な静止力よりも低い力をもつ。硬化後熱処理はレンズの黄変を減少させ、その力を最終的な力に転換するためにレンズ内の応力を減少させる。硬化後熱処理は、

従来の対流オーブンまたは他の適切な装置のなかで行なうことができる。

さらに、以下に示すように、ある実施の形態においては、鑄型および／またはレンズに熱を加えてそれにより硬化したレンズの質を高めてもよい。

紫外線ランプ40は好ましくは、ランプ40が最大出力を暴露するような温度に維持される。ランプ40が加熱されるとランプ40によって生じる光度は変動するので、ランプ40は好ましくは冷却される。図2に記述される装置において、ランプ40の冷却は、周囲の空気を、排気ファン44および46のそれぞれによって吸い込み、通気穴32、通気チャンバー34および開口36を通して上部ランプチャンバー14および下部ランプチャンバー18に送り込むことによって、行われる。しかしながら、ランプ40が過度に冷却されるとランプ40によって放出される光度が低下するので、過度の冷却は避けるべきである。

上述したように、入射紫外線の全体の強度は増大するので、レンズ形成材料の硬化の間、レンズセル52は好ましくは冷却される。一般にレンズセル52の冷却は、反応および向上した固着を示すことによって、過早排出の可能性を低下させる。そこにはまた、レンズの光学的性能、応力特性、および衝撃抵抗における改良が見ら

れる。レンズセル52の冷却は好ましくは、レンズセル52に空気を横断的に吹き付けることによって行われる。空気は好ましくは、10分から30分の硬化時間を得るため、華氏15度から華氏85度（約-9.4℃から29.4℃）の間を変動する。図5に示される空気分配デバイス94は、相対する鑄型部材78の表面に空気を直接横断的に送り込むように特別に設計されているので特に有効であることがわかった。相対する鑄型部材78の表面を通過した後、空気分配デバイス94から放出された空気は、通気穴33を通過して排出される。代わりに、空気分配デバイス94から放出された空気は、空気冷却器に戻されて再循環してもよい。

レンズセル52はまた、液体冷却槽のなかに配置することにより冷却して良い。

相対する鑄型部材78は好ましくは、鑄型部材78上のどのような汚れまたは

他の不純物でも過早排出を引起すので、各硬化工程の間に完全に清掃される。鋳型部材78は、家庭清掃製品すなわちプロクタアンドギャンブルから入手できるミスタークリーン™のような当業者に周知のいくつかの従来の手段を用いて清掃される。当業者は、しかしながら、鋳型部材78を清掃するためにはまた他の多くの技法を用いることができることを理解するであろう。

完成したレンズの黄変は、モノマー組成物、光重合開始剤の同一性、および光重合開始剤の濃度に関係する。

レンズ、特に中央部が厚い正值のレンズを鋳造するとき、ひび割れが問題になるかもしれない。光化学的付加重合を含む、付加重合は、熱を発生する。その過程の間、大きな温度勾配が立ち上がり、その結果生じた応力によってレンズがひび割れするかもしれない。

光学収差の形成は通常、重合反応の初期の段階で、レンズ形成組成物が液体からゲル状態に変質する間に起こる。ひとたび光学収差への進行パターンが形成されると、取り除くことが難しくなる。ゲル化が起こるとき、典型的に急速な温度上昇が

ある。発熱する重合の段階は温度の上昇をもたらし、それが今度は重合速度の増大をもたらし、さらにそれが温度の上昇を引起す。もし周囲との熱交換が不十分であれば、過早排出、熱による光条および破損にも至る暴走状態になるだろう。

従って、連続的な紫外線が暴露されるときは、反応プロセスは、円滑でかつ速すぎず遅すぎないことが好ましい。好ましくは、その過程で熱が急速に発生して周囲との熱交換ができなくなることをないようにする。入射紫外線の強度は好ましくは、反応が望ましい速度で進行するように調節される。また環状ガスケット80および相対する鋳型部材78の間のシールが可能な限り完璧に為されることが好ましい。

光学収差が無いレンズを制作するための要因であると確認されたものには、（1）環状ガスケット80および相対する鋳型部材78の間の良好なシールを達成することと、（2）傷の無い表面を有する鋳型部材78を用いることと、（3）

温度上昇の正しい速度を生じる光重合開始剤の適切なタイプおよび濃度を有する配合を用いることと、(4) 均一な配合を用いることがある。好ましくは、これらの条件は最大限に利用される。

鋳型からのレンズの過早排出は、不完全な硬化レンズおよびレンズの傷の生成に帰結する。過早排出の原因となる要因には、(1) 不完全に組立てられたレンズセル52と、(2) サンプルエッジの周りにおける気泡の存在と、(3) ガasketのリップまたは鋳型のエッジにおける欠陥と、(4) 不適切な配合と、(5) 制御されていない温度上昇と、(6) 高いもしくは不均一な収縮量とがある。好ましくは、これらの条件は最小化される。

過早排出はまた、相対する鋳型部材78が環状ガスケット80によってあまりにも固く保持されるときに起こる。好ましくは、レンズが収縮につれて相対する鋳型部材78がそれに従うことができるように、環状ガスケット80内には十分な柔軟性が存在する。実際、レンズは、厚さにおいてと同様に、直径においてもわずかに

収縮を認めなければならない。硬化中および硬化後におけるレンズへのわずかな粘着性をもつ環状ガスケット80の使用はそれ故に望ましい。

レンズ鋳型空洞82を満たすための技法において、環状ガスケット80は凹状または前部鋳型部材92上に置かれ、凸状または背部鋳型部材90は適所に移される。環状ガスケット80はそれから、背部鋳型部材90のエッジから、その最も高い先端において引き離され、レンズ形成組成物が、そのわずかな量がエッジの周りに押し出されるまで、レンズ鋳型空洞82内に注入される。余分の量は、好ましくは、真空吸引によって取り除かれる。取り除かれない余分の液体は、背部鋳型部材90の表面にこぼれ、完成したレンズに光学収差を引起す可能性がある。

上記の問題にもかかわらず、暴露硬化レンズ鋳型方式によって提供される有利さは、あきらかにその不利さを補って余りある。暴露硬化方式の有利さは、エネルギーの必要量、硬化時間、および従来の熱による方式に常に結びついた他の諸問題の著しい減少を含む。

レンズ形成材料は、いかなる適切な液体モノマーまたはモノマー混合物、およびいかなる適切な光電性開始剤を含んでもよい。レンズ形成材料は好ましくは、300から400 nmの範囲内の波長の紫外線を吸収する光重合開始剤以外のいかなる成分も含まない。液体のレンズ形成材料は好ましくは、品質制御のために濾過され、相対する鋳型部材78の1つから環状ガスケット80を引き除き液体レンズ形成材料をレンズ鋳型空洞82内に注入することによって、レンズ鋳型空洞82内に入れられる。レンズ鋳型空洞82がひとたびそのような材料で満たされると、環状ガスケット80は、相対する鋳型部材78に対するシーリングの關係に置き換わるる。

当業者は、硬化したレンズが、相対する鋳型部材78を分解してレンズ鋳型空洞82からひとたび取り除かれると、レンズがさらに、周縁部の研磨のような、従来

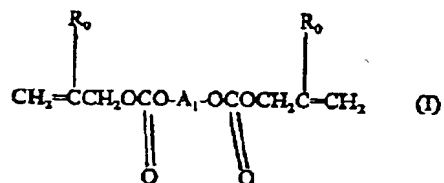
の仕方で処理され得ることを理解するだろう。

本発明に従えば、重合可能なレンズ形成組成物は、芳香族含有ビス（アリルカーボネート）官能性モノマー、およびアクリル基およびメタクリル基から選択された2つの不飽和エチレン基を含む少なくとも1つのポリエチレン官能性モノマーを含む。好ましい実施の形態において、その組成物はさらに適切な光重合開始剤を含む。他の好ましい実施の形態においては、組成物は、アクリル基、メタクリル基、および染料から選択された3つの不飽和エチレン基を含む1つ以上のポリエチレン官能性モノマーを含んでもよい。

本発明の実行において利用することができる芳香族含有ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーは、ジヒドロキシ芳香族含有材料のビス（アリルカーボネート）化体である。それからモノマーが得られるジヒドロキシ芳香族含有材料は、1つ以上の芳香族含有化合物でもよい。好ましくはヒドロキシル基は、ジヒドロキシ芳香族含有化合物の有核芳香族炭素原子に直接付着させられる。モノマーそれ自体は、よく知られており、従来の技術において周知の手順によって、用意することができる。

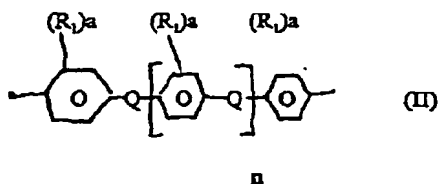
芳香族含有ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーは次の式で表すことが

できる。



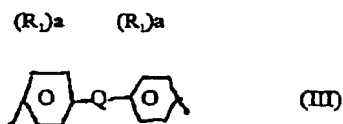
ここで、 A_1 は、ジドロキシ芳香族含有材料から誘導された2価のラジカルであり、各々の R_o はそれぞれ水素、ハロゲンまたは $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ アルキル基である。アルキル基は通常はメチルまたはエチルである。 R_o の例には、水素、塩素、臭素、フッ素、メチル、エチル、 n -プロピル、イソプロピルおよび n -ブチルがある。ほとんどの場合、 R_o は水素またはメチルであるが、水素の方が望ましい。特に有用

である2価のラジカル A_1 のAサブクラスは次の式で表される



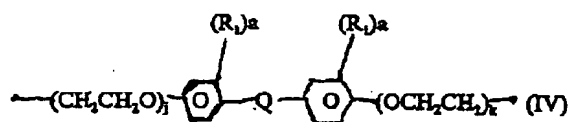
ここで、各々の R_1 はそれぞれ、1からおよそ4までの炭素原子を含有するアルキル、フェニルまたはハロゲンであり、各々の平均値はそれぞれ0から4までの範囲であり、各々の Q はそれぞれ、酸素、スルホニル、2からおよそ4までの炭素原子を有するアルカンジオール、または1から約4までの炭素原子を有するアルキリデンであり、 n の平均値は0から約3までの範囲である。 Q はメチルエチリデン、すなわちイソプロピリデンであるのが望ましい。

n の値はゼロであるのが望ましいが、この場合、 A_1 は次の化学式で表される。



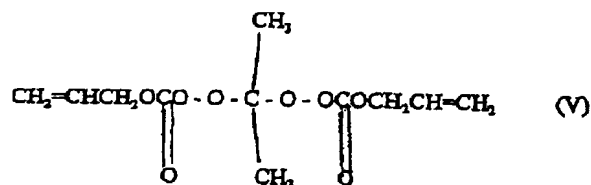
ここで、各々の R_1 、各々の a および Q は式IIに関連して説明される。この場合、2つの自由結合は双方ともオルトまたはパラの位置にあるのが望ましい。パラ位置が特に望ましい。

A_1 の誘導元であるジヒドロキシ芳香族含有化合物もまた、ポリオル官能性鎖伸張化合物であり得る。このような化合物の例には、酸化アルカリ伸張ビフェニルがある。通常は、用いられる酸化アルカリは酸化エチレン、酸化プロピレンまたはその混合物である。例示のため、パラビフェニルが酸化エチレンで鎖伸張された場合、2価のラジカルである A_1 はしばしば次式で表される：



ここで、各々の R_1 、各々の a および Q はIIとの関連で説明されるが、 j および k の平均値はそれぞれおよそ1から4の範囲である。

好ましい芳香族含有ビス（アリルカーボネート）官能性モノマーは次式で表される。



これは一般に、ビスフェノールA・ビス（アリルカーボネート）として知られている。

広範囲にわたる化合物が、2つまたは3つの不飽和エチレン基を含有するポリエチレン官能性モノマーとして用いられる。2つまたは3つの不飽和エチレン基を含有する好ましいポリエチレン官能性化合物は一般的に、例えば、エチレングリコール、トリエチレングリコール、テトラエチレングリコール、テトラメチレングリコール、グリシジル、ジエチレングリコール、ブチレングリコール、プロピレングリコール、ペンタンジオール、ヘキサジオール、トリメチロールプロパンおよびトリプロピレングリコールのジアクリル酸塩およびトリアクリル酸塩ならびにジメタクリル酸塩およびトリメタクリル酸塩などの脂肪属多価アルコール

のアクリル酸エステルおよびメタクリル酸エステルとされる。2つまたは3つの不飽和エチレン基を含有する特定の適切なポリエチレン官能性モノマーには、トリメチロールプロパントリアクリレート (TMPTA)、テトラエチレングリコールジアクリレート (TEGDA)、トリプロピレングリコールジアクリレート (TRPGDA)、1, 6ヘキサンジオールジメタアクリレート (HDDMA) およびヘキサンジオールジアクリレート (HDDA) がある。

一般に、本発明によるレンズ形成組成物の重合を開始させるための光重合開始剤は、300～400 nmの範囲の紫外線吸収スペクトルを示すのが望ましい。しかしながら、この範囲での光重合開始剤の高い吸光率は、特に厚いレンズを製造する場合は好ましくない。以下に示すのは、本発明の範囲に収まる光重合開始剤化合物、すなわちメチルベンゾイルフォルメート、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、1-ヒドロキシ-シクロヘキシルフェニルケトン、2, 2-ジ-2-ブトキシアセトフェニル、2, 2-ジエトキシアセトフェノン、2, 2-ジエトキシ-2-フェニルアセトフェノン、2, 2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾイン、ベンジル、ベンジルジスルフィド、2, 4-ジヒドロキシベンゾフェノン、ベンジリデンアセトフェノン、ベンゾフェノンおよびアセトフェノンの図示例である。好ましい光重合開始剤化合物は、1-ヒドロキシジクロロヘキシルフェニルケトン (これはCiba-Geigy社からIlgacure 184という名称で市販されている)、メチルベンゾイルフォルメート (これはPolysciences社から市販されている) またはこれらの混合物である。

メチルベンゾイルフォルメートは一般に好ましい光重合開始剤であるが、その理由は、重合反応速度が遅いからである。重合反応が遅いと、過度の熱形成 (そしてその結果としてのレンズのひび割れ) が防止される。その上、液体メチルベンゾイルフォルメート (周辺温度では液体) を多くのアクリル酸塩、ジアクリル酸塩およびアリル炭酸塩化合物と混合して、レンズ形成組成物を形成することは比較的容易である。メチルベンゾイルフォルメートの光重合開始剤によって製造

されたレンズはより好ましい応力パターンおよび均一性を示す傾向がある。

吸光性が高い光重合開始剤は、1ミリメートルの深さのレンズ厚さ内の入射光線のほとんどを吸収し、その領域での重合反応を急速に進行させる。残りの光線は、

この深さより深いところでの重合反応をはるかに遅く進行させ、その結果、目に見える歪みを有するレンズをもたらす。理想的な光重合開始剤は高い活性度を示すが、使用可能範囲では低い吸光係数を有する。長い波長で低い吸光係数を光重合開始剤が持つと、紫外暴露光線が反応システム中に深く進入する傾向がある。紫外暴露線が深く進入すると、光重合開始剤のラジカルがサンプル全体にわたって均一に形成し、優れた全体硬化を提供する。サンプルは頂部と底部双方から暴露することができるので、かなりの光線がレンズの最も厚い部分の中心に到達するようなシステムが望ましい。モノマーシステムに対する光重合開始剤の溶解度および融和性もまた重要な要件である。

さらに考慮すべきは、完成されたポリマー中の光重合開始剤の断片である。光重合開始剤のなかには、完成されたレンズを黄変させる断片を発生させるものがある。このようなレンズは実際上ごくわずかの可視光線しか吸収しないが、審美的には望ましくない。

光重合開始剤はしばしば非常にシステム独自性が強く、そのため、あるシステムでは効率的な光重合開始剤が他のシステムでは機能性が劣るということがあり得る。その上、開始剤の濃度はかなりの程度で、入射光線の強度およびモノマーの組成に依存する。開始剤の同一性およびその濃度は、いかなる特定の配合にとっても重要である。開始剤の濃度があまりに高いと、レンズのひび割れや黄変を招く傾向がある。開始剤の濃度があまりに低いと、重合が不完全で材料が軟弱になる傾向がある。

染料および/または顔料は、光線の透過率が高くないてもよい場合に存在し得る選択肢としての材料である。

上記の選択肢としての原料のリストはこれで尽きるものではない。上記のものと他の原料は、ポリマーを定式化する上での良好な慣習に深刻に抵触しない限り

、そ

の習慣的な目的のためにその習慣的な分量で用いてもよい。

本発明の1つの好ましい実施の形態によれば、好ましい芳香族含有ビス（アシルカーボネート）官能性モノマー、ビスフェノールA・ビス（アシルカーボネート）を、1, 6ヘキサンジオールジメタクリレート（HDDMA）、1, 6ヘキサンジオールジアクリレート（HDDA）、テトラエチレングリコールジアクリレート（TEGDA）およびトリプロピレングリコールジアクリレート（TRPGDA）などの2つのアクリレート基またはメタクリレート基を含有する1つ以上の反応の速い官能性モノマーならびに選択肢として、トリメチロールプロパントリアクリレート（TMP TA）などの3つのアクリレート基を含有するポリエチレン官能性モノマーと混合する。一般的に、アクリレート基を含有する化合物はアシル基を含有する化合物よりはるかに速く重合する。

1つの実施の形態では、ランプ40はランプ表面上で約4.0～7.0mW/cm²の強度と300nm～400nmの波長を持つ紫外線を発生するが、この紫外線は反応プロセス全体にわたってとくに深刻な不連続性を生じることなく、非常に均一に分配される。このような電球は、Sylvania Fluorescent（F15T8/2052）またはSylvania Fluorescent（F15T8/350BL/18"）GTEという商標名でシルバニア（Sylvania）社から市販されている。

上記したように、300～400nmの波長を持つ紫外線が好ましいが、その理由は、本発明による光重合開始剤はこの波長で最も効率的に光を吸収するのが望ましく、また、鑄型部材78はこの波長で透過が最大になるのが望ましいからである。

硬化プロセス間にレンズ組成物中で水平方向にも垂直方向にも紫外線強度がなら鋭い勾配がないのが望ましい。レンズ中で鋭い強度勾配があるとレンズの完成品中に欠陥が生じかねない。

本発明のある実施の形態によれば、液体レンズ形成組成物にはDEG-BAC

の代わりにビスフェノールA・ビス（アリルカーボネート）を含んでいる。ビスフェノールA・ビス（アリルカーボネート）モノマーの屈折率はDEG-BACより高く、これによって、比較的厚い正のまたは負のレンズの場合に重要なより薄いレンズの生産が可能となる。ビスフェノールA・ビス（アリルカーボネート）モノマーは、HIRIIまたはCR-73という商標名でPPG産業から市販されている。この生成物から作られるレンズは時として非常に軽い、ほとんど検出できない程度の黄変を有する。BASF Wyandotte社から入手可能なThermoplast Blue 684という名称の9, 10-アントラセンジオン、1-ヒドロキシ-4-[(4-メチルフェニル)アミノ]から成る青色染料を少量だけ組成物に加えて黄変を防ぐのが望ましい。その上、レンズを上述の事後的な硬化処理すると、黄変は消滅する傾向がある。さらに、事後的な硬化をしなくても、黄変は約2ヶ月もすれば周辺温度で消滅する。

サートマー（Sartomer）社とラドキュア（Radcure）社から入手可能なTTEGDAはジアクリレートモノマーであり、これは組成物中に含むのが望ましいが、その理由は、黄変を抑制し非常に透明な製品を生じる高速重合性のモノマーであるからである。最も好ましい組成物中にあまりに多くの、すなわち約25重量%を越えるTTEGDAが含まれると、完成品としてのレンズはひび割れしやすく、40NCを越える温度でこの材料が軟化するのであまりに柔軟性が強くなりかねない。TTEGDAを完全に排除すると、レンズ完成品は脆弱になりかねない。

サートマー社から入手可能なHDDMAは、2つのメタクリル酸基の間に非常に強靱な骨格鎖を有するジメタクリレートモノマーである。HDDMAは組成物中に含まれるのが好ましいが、その理由は、より強靱なポリマーを生じて、レンズ完成

品の硬さと強さを増すからである。この材料はビスフェノールA・ビス（アリルカーボネート）モノマーとまったく融和性がある。HDDMAは、高温での強靱性、ポリマーの透明さおよび重合速度の向上に貢献する。

サートマー社およびラドキュア社から入手可能なTRPGDAはジアクリレー

トモノマーであり、組成物中に含まれるのが望ましいが、その理由は、レンズ完成品に脆弱さを加えることなく強さと硬さを向上させるからである。この材料はまた、TTEGDAより強靱である。

サートマー社およびラドキュア社から入手可能なTMP TAはトリアクリレートモノマーであり、組成物中に含むのが望ましいが、その理由は、二官能性モノマーよりレンズ完成品中により多くの交差結合をもたらすからである。PMP TAはTTEGDAより短い骨格鎖を有し、レンズ完成品の高温強靱性および硬さを増す。その上、この材料はレンズ完成品中の光学的歪みの防止に貢献する。TMP TAはまた、重合反応中の縮みをも高める。最も好ましい組成物中にこの材料をあまり多く含むとレンズ完成品があまりにも脆弱になる。

TTEGDA、TRPGDAおよびTMP TAなどの、本発明による組成物中に利用するのが好ましいある種のモノマーには不純物が含まれ、その市販品のものには黄色を有するものがある。これらのモノマーの黄色は、酸化アルミニウム粉末（塩基性）を含むアルミナのカラム（塩基性）を通過させることによって減少または除去することが望ましい。アルミナのカラムを通過した後では、モノマーはほとんど紫外線を吸収しない。また、アルミナのカラムを通過した後では、別々の発生源から得られたモノマー間の差はかなり消滅する。しかしながら、モノマーは、含有されている不純物の最小量をモノマーに与えるような発生源から得ることが望ましい。組成物は重合に先立って濾過して、懸濁粒子を除去するのが望ましい。

本発明による組成物は次の手順で製造するのが望ましい。適量のHDDMA、T

TEGDAおよびTRPGDAを、できればガラス棒で完全に混合して攪拌する。次に、アクリレート／メタクリレートの混合物を精製カラム中を通過させる。

適切な精製カラムを、テフロン製のコック上にはめ合わされたガラス製ディスクを有し、さらに、約500mlの容量の頂部リザーバおよび直径22mmで長さ約47cmの本体を有するガラス製カラム内に配置する。このカラムは、60メッシュ型でアルファプロダクツ（ALFA Products）社、ジョンソ

ンマシュー (Johnson Matthey) 社、ダンバース (Danvers) 社もしくはエムエー (MA) 社から入手可能なまたは150メッシュ型でアルドリッチ (Aldrich) 社から入手可能な活性化アルミナ (塩基性) を約35 g だけ、はめ合わされたガラス棒の上に置くことによって製造される。次に、ニューヨーク州オントリオ市にあるサイエンティフィックポリマープロダクツ (Scientific Polymer Products) 社からHR-4 という名称で入手可能な抑制物質剥離剤 (ヒドロキノン/メチルエステルの剥離剤) を約10 g だけアルミナの頂部に置き、最後に、約35 g の活性化アルミナ (塩基性) を抑制物質剥離剤の頂部に置く。

次に、約600 g のアクリレート/メタクリレート混合物をカラムのパッキング上に加える。次に、2-3 psi の過剰圧力をカラムの頂部に印加すると、流量が約30~38 g/時間となる。パラフィルムを用いて、カラムの先端と受領ボトルの接続部を覆って、チリと水分の侵入を防いでもよい。このアクリレート/メタクリレート混合物は、紫外線暴露に対して不透過な容器に入れる。

次に、適当な量のビスフェノールA・ビス (アリルカーボネート) をアクリレート/メタクリレート混合物に加えて最終的なモノマー混合物を製造する。

次に、適当な量の光重合開始剤を最終モノマー混合物に加える。次に、光重合開始剤の有無にかかわらず、最終モノマー混合物を紫外線暴露に対して不透過な容器

に保存する。

適当な量の染料も、光重合開始剤の有無にかかわらず、最終モノマー混合物に加える。

エッジ取りの後で、本発明による紫外線硬化されたレンズは、アセトン、メチルエチルケトンおよびアルコール類に対して優良な有機溶剤抵抗性を示す。

結果が最良の場合、鋳型部材78の鋳造表面86と非鋳造表面88の双方が光学的品質を持つように仕上げられる。例えば、非鋳造表面88上の波は、入射光線の歪みの結果として、レンズ完成品中に再現され得る。

鋳型のマーキングは、マークが鋳型部材78の非鋳造表面88上にある場合で

さえも、マーキング下側での光線強度の条件に違いを生じる。レンズの完全に暴露された領域は固くなる傾向があり、このためレンズは応力を持つ。マーク下側のレンズ部分もまた、硬化期間の最後で弱くなる傾向がある。この効果が観察されており、過早排出やひび割れを引き起こしかねない。

エッジ部の鋳型欠陥は密閉状態と干渉して、頻繁に過早排出を引き起こす。

反応が進行するに連れて、発生した熱は収縮したレンズと鋳型面間の固着を減少させる傾向があると信じられている。この固着の減少によって、レンズが鋳型から引き離す傾向がある。高曲率（すなわち、高出力）のレンズにおいては、この問題は以下の2つの要因のゆえにさらに問題となる：（1）このようなレンズは厚さが高く、したがって熱を発生させる材料が多い（したがって、反応速度が増し、発熱量が多い）、さらに、（2）このようなレンズはレンズの厚い部分と薄い部分の間で厚さの差が大きくなり、このような厚さの差は鋳型上に応力が発生しやすい。さらに、厚いレンズの比較的深いところで発生した温度がモノマーの蒸発を引き起こす可能性もある。このように蒸発したモノマーはレンズ／鋳型境界に移動して、この両者間の真空性を破壊しかねない。

過早排出という問題があるので、高出力レンズを硬化させて鋳型に対して固着させるのが望ましい。鋳型は柔軟性がある、応力を吸収するのが望ましい。

使用される冷却用流体は50℃未満の温度を持つ空気であるのが望ましい。この流体は0℃未満でもよいが、好ましい実施の形態では、この流体は0℃から20℃までの間の温度にあるが、約0℃から15℃までであるのが望ましく、約0℃から10℃までであればより望ましく、約3℃から8℃までであればさらに望ましい。ある好ましい実施の形態では、流体の温度は約5℃である。図9に示すように、可塑性レンズを作るレンズ形成装置300は、冷却流体をコンジット314を介して装置300に供給するための冷却器312を含む。流体は装置300に供給されてから、コンジット320から排出してもよい。コンジット320から排出された流体はコンジット318を介して通過されてもよいが、そうする代わりに、コンジット316から冷却器312に再循環させてもよい。冷却器312は、Neslab CFT-50水／不凍冷却装置（米国ニューハンプシャー

州ニューイントン市)を含むのが望ましい。最低温度3℃と空気分配器94一台当たり毎分8立方フィート(約0.224立方メートル)の空気を送風するように設計されているNeslab製の送風機ボックスは、冷凍機と一緒に用いられる。送風機ボックスは、冷凍された水が循環する際に通過する熱交換コイル、送風機および、空気をコンジット314に供給するためのプレナムタイプの装置を含む。

レンズが、なんら鋳型を冷却することなく連続紫外線によって製造されると、鋳型とレンズのアセンブリの温度は摂氏50度を越える温度にまで上昇しかねない。低ジオプトリ値のレンズはこのようにして製造してもよいが、絶対値の高いプラスまたはマイナスのジオプトリ値を持つレンズはこのようにしては製造できない。ある種のレンズは、非冷却流体(すなわち、周辺温度にある流体)を循環させることによる硬化の間にレンズ材料の温度を調節(例えば冷却)することによって作るこ

とができる。このようなシステムにおける周辺温度流体は上記したと同じように鋳型部材に向けて放出される。周辺温度流体を循環させることによって、鋳型を何ら冷却することなくレンズを製造する際の規定事項よりも広い範囲の規定事項を製造することが可能となる。

ほとんどの重合要因は互いに関連している。重合の理想的温度は鋳造されるレンズのジオプトリ値と厚さに関連している。熱質量は1つの要因である。連続紫外線を用いる場合、高いプラスまたはマイナスのジオプトリ値を持つレンズを鋳造するには低温(約10℃未満)が望ましい。このような低温では、光重合開始剤の濃度が増す傾向があり、これによって反応速度がまし、硬化時間が減少する。

連続紫外線を用いる場合に過早排出をうまく防止できるか否かは、冷却用流体の温度と共にその流量によって異なる。例えば、冷却用流体の温度が下がると、冷却用流体の流量を減少させることも可能である。同様に、高い温度の冷却用流体の持つ短所は、冷却用流体の流量を増すことによって幾分か相殺され得る。

1つの実施の形態では、二重の分配システム(すなわち、レンズ組成物の上下

に1つずつ分配器がある)の場合の空気の流量は、分配器1つ当たり毎分約1～30標準立方フィート(約0.028～0.850標準立方メートル)であり、好ましくは約4～20立方フィート(約0.113～0.566標準立方メートル)であり、より好ましくは約9～15立方フィート(約0.255～0.423標準立方メートル)である。「標準状態」という用語は本書では、温度が華氏60度(約15.556℃)で、1気圧(約101.325キロパスカル)の状態を意味する。

重合済みレンズを鑄造する際に用いられるガラス鑄型の厚さは、製造されるレンズに影響を与える。鑄型が薄いと、重合材料と冷却用空気の間での熱伝達がより効率的となり、この結果、過早排出の発生率が減少する。その上、鑄型が薄いと、柔軟性が増す傾向がある。薄い鑄型は、重合済みレンズの厚い部分と薄い部分が比較

的急速に差のある収縮をする間に曲がる傾向があつて、これによってさらに、過早排出の発生率を減少させる。1つの実施の形態では、第1または第2の鑄型部材の厚さは約5.0mm未満であり、好ましくは約1.0～5.0mmであり、より好ましくは約2.0～4.0mmであり、さらにより好ましくは約2.5～3.5mmである。

「前部」鑄型または面は、眼鏡レンズの装着者の目から最も遠い眼鏡レンズの表面を最終的に形成する表面を持つ鑄型または面を意味する。「背部」鑄型または面は、眼鏡レンズ装着者の目に最も近い眼鏡レンズの表面を最終的に形成する表面を持つ鑄型または面を意味する。

1つの実施の形態では、レンズ形成材料は比較的低い温度、比較的低い連続紫外線強度および比較的低い光重合開始剤濃度で固体レンズを形成するように硬化させるのが望ましい。このようにして生産されたレンズは一般に、上述のように約15分にわたって硬化されると、(好ましい組成物の場合)約60～78のショアD硬度を有する。この硬度は、上述のように、約10分にわたって従来タイプのオープンに入れてレンズを事後硬化加熱することによって約80～81ショアD硬度にまで向上させてもよい。

ある好ましい実施の形態では、紫外線は、UVEXS社（米国カリフォルニア州サニービル）のModel CCUまたは912式の硬化チャンバー内に装備されている水銀ランプで与えられる。

レンズを作成するある代替方法では、レンズの希望の曲率（すなわち出力）を、光の分配は異なるが同一の鑄型を用いて変更され得る。このようにして、1つの鑄型を用いて、さまざまな曲率を持つさまざまなレンズを製造してもよい。この方法は、（1）重合可能レンズ形成材料を、第1の鑄型部材と第2の鑄型部材の間で部分的に輪郭が定められる鑄型空洞内に置くステップであり、前記空洞は希望の曲率

とは異なる理論的曲率を決定するステップと、（2）紫外線を、第1および第2の鑄型部材の内の少なくとも一方に、希望の曲率を持つレンズを形成するように前記材料が硬化させるように暴露するステップと、（3）流体を第1または第2の鑄型部材に接触させて、第1または第2の鑄型部材を冷却させるステップとを含む。その結果生じるレンズの曲率は、紫外線が第1または第2の鑄型部材に向けて放出される仕方によって異なる。すなわち、レンズ材料の半径全体にわたって光線の相対的強度を変化させることによって、最終的なレンズの曲率を変化させることができる。

例 1

配合：ビスフェノール	17%
1, 6ヘキサンジオルジメタクリレート	10%
トリメチルプロパントリアクリレート	20%
テトラエチレングリコールジアクリレート	21%
トリプロピレングリコールジアクリレート	32%
1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン	0.012%
メチルベンゾイルフォルメート	0.048
ヒドロキノン&メチルエチレンヒドロキノン	< 10ppm

ヒドロキノンおよびメチルエチルキノンは、サトーマー社から得られた一部の

ジアクリレートおよび／またはトリアクリレート化合物に存在する安定剤であった。安定剤は、硬化の速度と分量に影響を与えるので、その分量は最小にとどめるのが望ましい。多量の安定剤を加えると、一般に多量の光重合開始剤を加えなければならない。

光線条件：スペクトロニクス (S p e c r o n i c s) 社 (ニューヨーク州ウエストバリー市) 製の S p e c t r o l i n e D M 3 6 5 N メーター

によってサンプルの表面で測定した mW/cm^2 単位の値

	中心	エッジ
頂部：	0. 2 3 3	0. 2 9 9
底部	0. 2 1 7	0. 2 4 8
空気流量	マニホールド1つ当たり9. 6標準立法フィート (“CFM”) サンプル中合計で19. 2 CFM	
空気の温度	4. 4 °C	
鋳型	直径80mm、C o r n i n g # 8 0 9 2 ガラス	
	半径	厚さ
凹部	170. 59	2. 7
凸部	62. 17	5. 4

ガスケット：空洞中心部の初期厚さを2. 2mmにするに十分な3mm厚の横方向リップ寸法および縦方向リップ寸法を持つゼネラルエレクトリック社のS E シリコンゴム。

充填：鋳型は清浄化済みで、ガスケット中に組み込まれ済みである。次に、鋳型／ガスケットのアセンブリは、2つの鋳型を約1kgの圧力でガスケットリップに圧接している取付具上に一時的に置かれた。ガスケットの上部エッジは背部に折り返されて、約27. 4gのモノマーのブレンドが空洞中に充填されるようにした。次に、ガスケットの上部エッジは本来の位置に弛緩させて戻し、余分のモノマーを小型の吸引デバイスで真空排出させた。鋳型の非鋳造表面上にモノマーを滴下させることは避け

るのが望ましいが、その理由は、滴下物によって、紫外線が局所的に収束されて、最終製品に光学的歪みを引き起こす傾向があるからである。

硬化：サンプルは、上記の条件下で15分にわたって暴露を受け、次に、“FC-104”硬化用チャンバー（すなわち、図14と15に示すチャンバー）から取り出される。鋳型は、レンズと凸形状鋳型の接続部に鋭い衝撃を印加することによって、硬化済みレンズから分離された。次に、サンプルは、さらに10分にわたって従来型の重力タイプの熱オープン中で110℃で事後硬化されてから排出されて、室温で冷却された。

結果：その結果得られたレンズの寸法は、直径が72mm、中心部の厚さが2.0mm、エッジの厚さが9.2mmであった。収束強度は約5.05ジオプトリであった。レンズは水のように透明（「水白色」）であり、曇りは無視可能な程度であり、全体の可視光線透過率は約94%であり、全体として良好な光学性能を示した。ショアD硬度は約80であった。サンプルは、ANSI Z80.1-1987の4.6.4項の試験手順に従って15インチの高さから落下させた1インチ直径の鋼鉄の玉の衝撃に耐えた。

追加の改良点

光重合開始剤で濃縮した酸素バリアを使用した事後硬化

ある応用例では、レンズ作成時に、レンズ形成組成物が紫外線の暴露では完全には硬化しない場合がある。特にガスケットに最も近いレンズ形成組成物の一部はしばしば依然レンズが形成される前の液状のままである。ガスケットの少量が空気に頻繁に浸透し、その結果酸素がガスケットに浸透してそれに最も近いレンズ形成材の一部に接触するからであると信じられている。酸素に光硬化プロセスを抑制する傾向があるため、ガスケットに最も近いレンズ形成組成物の一部はレンズ形成時に、硬化しない状態にとどまる傾向がある。

ガスケットに最も近い非硬化レンズ形成組成物はいくつかの理由で問題がある。

第1に、液体レンズ形成組成物を使用することで硬化したレンズのエッジが多少粘着し、レンズはさらに処理しにくくなる。第二に、液体レンズ形成組成物を完全にレンズの表面から除去することは困難である。第三に、液体レンズ形成組成物は流動性があり、鋳型から取り出す時、少なくともレンズの表面の一部がコーティングされてしまう。このコーティングを除去することは困難で、引っかかり抵抗コーティングや色調染色の応用がいっそう難しくなる。このコーティングには引っかかり抵抗コーティングや青みづけ染色と硬化レンズ表面との相互作用を妨げる傾向がある。第四に、液体のレンズ形成材の小滴が、後で硬化してレンズの表面の畝や瘤となることがある。特にレンズが後で事後硬化または引っかかり抵抗コーティング処理を受ける場合はこの可能性が強い。上記に問題があるため、最初の硬化処理でレンズを作成後、液体レンズ形成組成物が残存する場合、頻繁にレンズを清潔にしたり、再度鋳造する必要がある。

レンズの形成後、比較的液状でないレンズ形成組成物がガスケットに最も近い状態で残れば、上記に概説した問題点は軽減することができる。この「ウェットエッジ (wet edge)」問題を軽減する1つの方法はレンズ形成組成物の中にある光重合開始剤の量の増加と関係がある(レンズ形成組成物の中の光重合開始剤の量を0.15%以上に増加させる)。しかしその場合には別の問題が生じる。特に、増加した光重合開始剤により生じた発熱による熱が比較的高い率で組成物の反応中に放出される。過早排出および/またはレンズのひび割れが生じる。このように光重合開始剤の量は低い方がよいと考えられている。

米国出願第07/931,946号で記述されている多くの方法でこのウェットエッジの問題は取り組まれてきた。このような方法はガスケットの除去および酸素バリア、または光重合開始剤を濃縮した液体をレンズの暴露したエッジにあてることと関係があるかもしれない。レンズは十分な紫外線で再び暴露され、鋳型から外

す前にレンズのエッジを完全に乾燥させる。

本発明の実施の形態は出願番号第07/931,946で記述された方法の改善と関係がある。本実施の形態は光重合開始剤を酸素バリアと結合させることに

関係がある。特に、1つの実施の形態において、酸素バリア970は(図12で示した薄い1片のポリエチレン薄膜やそれと似たもの)光重合開始剤972で埋め込まれているか、またはそれで浸漬されている。次に依然として2つの鋳型間(しかしガasketが取り除かれた状態)に包まれた硬化レンズのエッジの周囲に酸素バリアが巻き付けられている。依然「鋳型の中」にあるが、レンズは次に紫外線に当てられそのエッジが乾燥してゆく。この方法が以前のものと比較して改良されている点はレンズのエッジを乾燥させるのに必要な紫外線の量を非常に減少させたことである。

光重合開始剤を含む可塑性酸素バリア薄膜は以下により製造される。(a) 光重合開始剤を含む溶液に可塑性薄膜を浸し、(b) 溶液から可塑性薄膜を取り出し、(c) フィルを乾燥させる。溶液にはエッチング試薬を含めてよい。可塑性薄膜の表面は溶液に可塑性薄膜を浸す前またはその間にエッチングすることが好ましい。

1例として高密度のポリエチレン薄膜(厚さ約0.013mm)の薄い小片(幅約10mm)を約5分間97%のアセトンと3%のIrgacure 184(ニュージャージー州のファーマーリングデールにあるCiba Geigyから入手可能な光重合開始剤)の溶液に浸すことができる。ポリエチレン薄膜はTape Solution社(テネシー州のナッシュビル)から入手できる。さらに好ましい実施の形態は0.5% Byk 300(コネチカット州のワリングフォードにあるByk Chemieから入手可能な流体媒介)が浸す溶液の中に含まれることである。Byk 300中のキシレンは薄膜の表面をエッチングして薄膜がIrgacure 184を吸収しやすくする。これ以上に好ましい実施の形態は処理したポリエチレ

ンの小片を約10秒アセトンに浸し余分なIrgacure 184を取り除くことである。余分な光重合開始剤は染色後その小片をコートする白い粉末のように見えることがある。どちらの場合でも、上記したようにその小片をレンズのエッジにつける前に空気乾燥できる。

上記に代わる本発明の実施の形態で、可塑性眼鏡レンズを以下のステップで製

造してもよい。(1) 液体の重合可能レンズ形成組成物をガスケット、第1の鋳型部材および第二の鋳型部材が輪郭を定めた鋳型空洞内に配置するステップと、
(2) 1個以上の鋳型部材を最初の紫外線で暴露し、レンズ形成組成物を硬化し、その結果背面、エッジ、前面を持つレンズを形成するステップ、このステップではレンズのエッジに最も近いレンズ形成組成物の一部は完全には硬化しない。
(3) ガスケットを除去してレンズのエッジをさらすステップと、(4) 光重合開始剤を含む酸素バリアをレンズの暴露したエッジの周囲に当てて、酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部が完全に硬化しないレンズ形成組成物に最も近くなるようするステップと、(5) 第二の紫外線をレンズに向け、酸素バリアにより外部からくる酸素がレンズ形成組成物の少なくとも一部に接触するのを防ぎながら、酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部により、レンズ形成組成物の反応を開始させるステップからなる。ここで第1および第二の紫外線は、(a) 同一かまたは異なる波長および/または強度でよく、(b) 継続的であるか、またはパルスであってよく、(c) 光源が同じかまたは異なってよい。

鋳型および/またはガスケットとレンズの分離時に、非硬化液体レンズ形成組成物の量を減らすことが第四ステップから第五ステップの目的である。鋳型と硬化レンズの分離前に、液体レンズ形成組成物の量が減少すると都合がよいことが知られている。鋳型を硬化レンズと分離することで非硬化液体がレンズ面の少なくとも一部をコートする。このコーティングが生じるのは鋳型とレンズの分離時に、非硬化

液体レンズ組成物が面上から取り去られるためである。レンズの硬化によりレンズと鋳型間に真空状態ができる傾向があると考えられている。鋳型とレンズの分離時に、空気が鋳型面上を通過してこの真空状態を満たす。この空気は液体レンズ形成組成物を自らと共に真空状態に持ち込む傾向がある。

上記の第四ステップでは、ガスケットを取り除いた後、光重合開始剤を含む酸素バリアがレンズのエッジまたは側面に当てられる。レンズが鋳型に付着している間、この酸素バリアが当てられるのが好ましい。1つの代替実施の形態では酸素バリアは鋳型のエッジおよび側面にも当てられると同時に、レンズ側面にも当

てられる。好ましい実施の形態では酸素バリヤが当てられる前に、まずレンズ側面を清潔にするか、または非硬化液体レンズ形成組成物の少なくとも一部分以上を拭きとることである。

酸素バリヤが当てられた後、第二の紫外線がレンズに向けられる。第二の紫外線がレンズに向けられた後、最初の硬化段階で硬化しなかった液体レンズ形成組成物の少なくとも一部分以上が硬化する。酸素バリヤに理め込まれた光重合開始剤が非硬化レンズ形成組成物の硬化を量的、時間的に促進すると信じられている。このように第二の紫外線の使用量を減らすと、この段階で必要な時間とエネルギーが減少する。さらに第二の紫外線の当て方を低くした場合、レンズの黄色化が潜在的に減少する傾向がある。

好ましい実施の形態では、第二の紫外線がレンズに向けられた後に、残りのレンズ形成組成物のすべては実質的に硬化する。実質的に第二の紫外線がレンズに向けられた後にレンズが乾燥していればさらに好ましい。

第二の紫外線がレンズに向けられた後に、レンズを鋳型から外すことがある。次にレンズを着色することがある。レンズを鋳型から外した後、引っかかり抵抗コーティングがレンズに施される。1つの実施形態では、引っかかり抵抗コーティング組成

物をレンズの面に当て、次に紫外線をこの面に当て液体引っかかりコーティングを硬化させ固形にすることで、鋳型から外したレンズに引っかかり抵抗コーティングを施すこともある。

1つの実施の形態では液体抵抗引っかかりコーティング組成物を硬化させ固形化するためにレンズの表面にあてた紫外線の強さは約360～370 nmの波長領域では150～300 mW/cm²であり、約250～260 nmの波長領域では50～150 mW/cm²である。レンズは鋳型から取り除いた後、またはレンズに引っかかり抵抗コーティングを施した後加熱することがある。

好ましい実施の形態では、鋳型部材に向けられた最初の紫外線の強さの総計は10 mW/cm²未満である。

1つの実施の形態では、レンズに向けられた第二の紫外線の強さは約360～

370 nmの波長領域では150～300 mW/cm²であり、約250～260 nmの波長領域では50～150 mW/cm²である。第二の紫外線は約1分未満の間レンズに向けられることが好ましい。

好ましい実施の形態では、さらに、上記の方法に酸素バリヤが施される前にレンズに第三の紫外線を当てる追加のステップがある。第三の紫外線はガasketを取り除く前に当てることが好ましい。第二、第三の紫外線はレンズの裏面に向けて当てることが好ましい（上述のように第二、第三の紫外線はこのレンズが鋳型空洞内にある間に当てることが好ましい）。第三の紫外線は第二の紫外線とは同じ領域の強さであることが好ましい。同じ装置を第二、第三の紫外線に対して使用することもある。

好ましい実施形態では、上述の方法には酸素バリヤをレンズのエッジから取り除く段階が含まれる。

第二、第三の紫外線は繰り返しレンズに当てられる。たとえば、可動スタンド上

の光源下をレンズが通過する光アセンブリを介してこれらの紫外線を当てることがある。レンズは繰り返し光の下を通過することがある。レンズを繰り返し紫外線にさらすことは1度に長くさらすことより有益であることがある。

酸素バリヤには薄膜が含まれることが好ましく、さらに好ましくはそれが可塑性で、弾性があり、および／または伸縮性のある薄膜である。さらに酸素バリヤは少なくとも部分的には紫外線を通し、その結果紫外線が酸素バリヤを貫通し、残りの液体レンズ形成組成物を硬化させることが好ましい。酸素バリヤは拡張性があり、自動密閉することが好ましい。この特徴により薄膜が装着しやすくなる。酸素バリヤが液体の浸透を妨げ、鋳型アセンブリの中に液体レンズ形成組成物を留めてとどめておくことが好ましい。酸素バリヤには熱可塑性組成物が含まれることが好ましい。種類の異なる酸素バリヤを多く使用することが好ましい（サランラップ、ポリエチレン等）。1つの好ましい実施の形態では、薄膜は「Parafilm M Laboratory Film」で、それはAmerican national Can（米国、CT州のグリニッチ）から入手できる。

酸素バリアにはまたアルミニウムのホイルが含まれることがある。

酸素バリアの厚さは1.0mm未満であることが好ましい。厚さが0.01～0.10ミリであれば、さらに好ましく0.025ミリ未満で、あればそれ以上に好ましい。厚すぎる酸素バリアは拡張しにくく、および／または順応しにくくなることもあり、十分な量の光が通過できないことがある。厚すぎる酸素バリアは裂ける傾向がある。

引っかかり抵抗コーティング組成物をレンズに装着し、硬化させる装置は、Kachelらに付与された、米国特許4,895,102号、およびUptonに付与された米国特許第3,494,326号（両者共、引用することにより本明細書の一部とする）に記述されている。さらに図10で示す概要の装置は引っかかり抵抗コ

ーティングを施すのに使用することもある。

図10は第1のチャンバー602および第2のチャンバー604を備えた装置600を示している。本装置を使用して引っかかり抵抗コーティング組成物をレンズに装着したり、レンズを事後硬化したり、レンズ鋳型アセンブリに紫外線を当てることができる。第1のチャンバー602は通路606を含み、それによりレンズおよびレンズ鋳型アセンブリをレンズホルダ608へ装着できる。レンズホルダ608の周囲の一部にはバリア614がある。第1のチャンバー602には検査光610およびチャンバーのフロアには通路618が含まれる。

レンズホルダー608はデバイス612に附属している。デバイス612は回転デバイスで、これにより装置600が引っかかり抵抗コーティングをレンズに施すことができる。この場合、デバイス612はバリア614の底部にある穴を通し、レンズホルダー608に直接接続する。しかし好ましい実施の形態では、デバイス612はレンズホルダー608または移動デバイスへのバリア614に単純接続することである。独立のスピナ（図示のない）を使用すると、よりよい引っかかり抵抗コーティングをレンズに施すことができると知られている。

フォームラバーのような吸水材で作ったか、またはそれらを並べた内面がバリア614にはあることが好ましい。この吸水材は使い捨てで除去可能であること

が好ましい。レンズホルダー608から落ちる液体を吸収材は吸水し、バリヤ614の内部の表面を清潔に保つ。

1つの実施の形態では、シャッター621を使用することで、光アセンブリ622からでた紫外線を抑制してバリヤ614に接触させないようにする。レンズホルダー608を光アセンブリ622から発生した紫外線に曝しながら、シャッター621が紫外線の少なくとも一部分がバリヤ614に接触するのを妨げることが好ましい。レンズホルダー606から落ちる液体のレンズ形成材がバリヤ614上で

硬化するのをシャッター621が抑制することがある。このように、シャッター621はバリヤ614の表面上で薄片が形成されるのを抑制する。シャッター621はバリヤ614が落ちると動作して、紫外線がサンプルに接触できるようにしながらバリヤ614を保護する。

1つの実施の形態では、装置600を使用してハードコートを着着する前にプリコートをレンズに着着することがある。プリコートにより、ハードコートが装着される表面の「湿潤度」が増加する。界面活性剤は通常この目的で使用されている、しかしそれはレンズコーティングの揮発性および流体特性に好ましくない影響を与える。プリコートにはアセトンおよび／またはByk300が含まれることがある。レンズホルダー608の中のレンズにハードコートを塗布するとすぐ、レンズのエッジの近くのコーティングが除かれて、硬化の間に余分な薄片が形成されないようになる。

もう1つの実施の形態では、プリコートおよびハードコートはレンズホルダーの608上に分配される。紫外線はジェルが形成されるまでコーティングに向け当てられる。レンズ形成材はジェルの頂部上に置かれ硬化することがある。

第二のチャンバー604にはフロアの中に通路620が含まれる。さらに多層光および光反射体を含む紫外線アセンブリ622がある。

装置602には空気濾過システムおよび分配システムが含まれる。空気はフィルター624（ファンおよびフィルターの品質と位置が変わることがある）を通して、ファン626によりチャンバーに引き込まれる。濾過された空気をチャン

バー602、604および607を通りファン626が分配する。空気は通気管を経由しポイント613からポイント615に流れ、チャンバー617に到達する。チャンバー604から空気を吸い出す必要がある場合、光および／または第二のチャンバーの温度調節はさまざまなファン629を作動させたり停止させたりすることで行

うことがある。第1のチャンバー602の中の通路606の底部に最も近い穴636を通りチャンバー617から空気が分配される。第1のチャンバー602の中の通路606の頂上部に最も近い穴634を通り、空気は630に第1のチャンバー602からファン627により吸入される。この配列は汚染が第1のチャンバー606に入り込まないようにする。ファン627を経由してチャンバー630から周囲に空気が放出される。

使用中はレンズまたはレンズ鑄型アセンブリはレンズホルダー608上に置かれることがある。ボタンを押し移動デバイス616にデバイス612、レンズホルダー604およびバリヤ614を移動させ、それらが第二のチャンバーの中の通路620の下に来るようにする。光アセンブリ622からレンズまたはレンズ鑄型アセンブリへ光が当てられる。1定の時間が経過した後、移動デバイス616は第1のチャンバー602の中にある通路618の真下にすべてを戻す。

レンズホルダー608にはメタルバーに接続した吸盤が含まれる。吸盤の凸面は鑄型またはレンズの面に付着できることがあり、メタルバーに付着できることもある。メタルバーはレンズスピナに付着できることもある。

レンズホルダーには交互に可動アームおよびスプリングアセンブリが含まれることがあり、それらは使用中にばねの張力のついたレンズホルダーからレンズを保護するために、一緒に使用することが可能である。

本発明の代替の方法では、レンズが2つの鑄型材の間で硬化することがある。ガスケットが取り除かれ、残りの液体レンズ組成物もすべて除去されることがある。この点で鑄型部材は実質的に個体伝導熱源に応用できることがある。次に熱を次の方法でレンズの面に伝導的に当てることがある。(a) 伝導的熱源から鑄型部材の面に熱を伝導的に伝えること、および(b) レンズの面にこのような鑄

型部材を通して熱を伝導的に伝えることにある。次に光重合開始剤で濃縮された酸素バリアが

施され、第二の紫外線がレンズに向けて当てられ残りのレンズ形成組成物を硬化する。

酸素バリア例# 1

例1で指定したものと似たプロセスおよび装置で行なった場合のように、液体レンズ形成組成物は最初硬化した。ヒドロキノンを含むしていないこと以外、組成物は実質的に例1での指定と同じものであった、メチルヒドロキノンの濃縮度は約25～45 ppmで、1ヒドロキシ・シクロヘキシルフェニルケトンの濃縮度は0.017%で、メチルベンゾイルフォルメートの濃縮度は0.068%であった。「第1の紫外線」下で組成物は最初の15分間硬化を受けた。装置は、以下の例外を除き上述の例1と同じであった。

1. レンズ鋳型アセンブリの各面上の空気流体は毎分約18～20立方フィートと判断される。
2. パイプ（図5のパイプ12）でなく、レンズ形成チャンバーの後部の通気管を通り、空気は通路96および開口部98（それら自体実質的に変化はなかった）を往来する。本質的に空間部分95は拡張されてチャンバーの壁がプレナムポーション95の壁になる。図14はこのレンズ硬化装置800の正面図を示している。装置800の中の空気は開口部98から出てレンズ鋳型アセンブリ802の上を通り、ダクト804を通り、ファン806を通り、熱交換器808を抜け、通気口810を通り、空気帰還管（図15で示す）を経由して開口部98に戻る。水を冷却して通気口814および熱交換機808より送り出す水冷却器812を図14は示している。図14はまた光816およびつや消しガラス818を示している。光816を囲むチャンバー820は鋳型アセンブリ802の周囲のチャンバー822に接続していない。このように開口部9

8からの冷却した空気は光816と接触して冷却することはない（このよう

な冷却は光出力に過度な変化を引き起こす)。光816の表面の温度の変化で動作を開始したり停止するファン(図示されていない)により、チャンバー820は冷却される。図15は装置800の側面図を示している。

3. 光を囲むチャンバーに流入および流出する空気流体は光の表面温度に従い変化する。華氏104度と華氏105度の間に光の表面温度を保とうとすると空気の流量に変化があった。
4. 紫外線出力は光の出力が変化したときに、光に送る力を変えることで、一定のポイントに調整した。
5. 鑄型の全面の紫外線の強さを変えるため使用するライトおよびフィルターの間につや消しガラスを置いた。ガラスの両面がつや消しされることが好ましい。光と薄膜の間でつや消しガラスは散光器の働きをする。つや消しガラスは薄膜から約2ミリ以上離しておくといよい結果を生じる傾向があった、好ましいのは10~15ミリ、さらに好ましいのは約12ミリ薄膜から離すことである。つや消しガラスは薄膜の効果を弱めることが知られている。たとえば、つや消しガラスがあると光を変化させることで異なるレンズの出力を発生するシステム能力を減少させる。(例1および図1を参照)
6. 図3で中心光40は横からみると3角形状の配列で示されている。この光はインライン配列になるように再び配列された。

最初の硬化の後、レンズ鑄型アセンブリは硬化チャンバーから取り除かれた。レンズ鑄型アセンブリにはフロント鑄型、バック鑄型およびその間にあるガスケットに囲まれたレンズが含まれていた。(図6のアセンブリを参照)

この時点で、例1のプロトコルでレンズが鑄型から外されたことを述べた(上記参照)。この時点では鑄型から外すことは特にガスケットの最も近いレンズの領域

では可能だが、上述したように一般に液体レンズ形成組成物のいくらかは残った。それゆえレンズは例1で述べたようにで鑄型から外れなかった。かわりに、ガスケットが取り除かれ、液体レンズ形成組成物がレンズのエッジからふき取られ、レンズが鑄型の間にまだあるにもかかわらず光重合開始剤を含んだ酸素バリア

の層 (ParafilmM) がレンズのエッジの周囲に包まれていた。ParafilmMはレンズおよび鋳型に付着するよう (例えば、サランラップを巻き付けるのと同様に) レンズのエッジの周囲にしっかりと包まれて、広げられた。次にレンズ鋳型アセンブリが装置600の中に置かれて、レンズの裏面が (鋳型間にあるが) 第二の紫外線に曝された。

10 mW/cm²未満の強度で当てられた最初の硬化光よりこの第二の紫外線は実質的に強かった。光を高く設定した場合、鋳型アセンブリは図10 (UVEXS Model 912) の第二のチャンバー604を出たり入ったりした。これには約22秒かかった。22秒間に当てられたエネルギーの総計は約4500ミリジュール (mJ/cm²) であった。

第二の紫外線、および第三の紫外線下を1度通過する毎に当てられる光エネルギーの総計は約500~10,000 mJ/cm²の範囲であることが望ましく、約3000~6000 mJ/cm²であればさらに望ましく、約4000~5000 mJ/cm²であれば、なお好ましい。光エネルギーは暴露時間または光の強さの変化により変わることがある。光エネルギーはInternational Light社 (米国MA州のニューベリーポート) からのModel IL390 BLight Bugで測定された。光エネルギーの総計は250~400 nmの範囲にわたり紫外線の総量を表している。

この点で紫外線を当てることは残りの液体レンズ形成組成物のいくらか、またはすべてを硬化する役に立つことが知られている。第二の紫外線のステップは繰り返

されることがある。この例では第二の紫外線は1度繰り返された。レンズの前面または両面を第二の紫外線に暴露することも可能である。

第二の紫外線に曝した後、鋳型アセンブリを冷却することができる。紫外線を暴露することで生じた反応は発熱である。紫外線はまた赤外線を放出する傾向があり、その赤外線はまた鋳型アセンブリを熱する。次にレンズが硬化された。最初の硬化段階の後に鋳型アセンブリから直接取り除いたレンズより、実質的に鋳型から外したレンズは乾燥し、固くなっていた。

酸素バリア例#2

ガスケットの取り外しに先だって、レンズの背部面が第三の紫外線に暴露されるようにレンズ鑄型アセンブリが位置付けされる点を除けば、酸素バリア例#1の実施計画が繰り返された。この場合、第三の紫外線は同じ強度を持ち、期間も第二の紫外線の1回の通過分と同じであった。第三の紫外線をこの時点で暴露すると、残りの液体レンズ形成組成物の一部または全部を硬化させて、ガスケットが取り除かれたときに存在する液体レンズ形成組成物が少なくなるようにする助けとなることが分かった。酸素バリア#1中の残りのステップのすべてが適用され、その結果生じたレンズは、鑄型から取り外されたときには実質的に乾燥していた。

伝導的な加熱

本発明の1つの形態は、レンズを鑄型から外す前に、鑄型空洞を形成する鑄型の内の少なくとも1つに伝導的な熱を印加することによって、鑄型空洞中に含まれている重合済みレンズを事後硬化させる処理に関する。

より特定的には、本発明の1つの実施の形態は、(1) 少なくとも第1の鑄型部材と第二の鑄型部材によって輪郭を定められる鑄型空洞の中に液体レンズ形成組

成物を置くステップと、(2) 鑄型部材の内の少なくとも1つに向けて紫外線を暴露して、レンズ形成組成物を、それが背部面、エッジおよび前部面を持つレンズを形成するように硬化させるステップと、(3) 鑄型空洞の1つの鑄型部材を実質的に固体の伝導性の熱発生源にあてがうステップと、(4) (a) 伝導性熱発生源から鑄型部材の1つの面に伝導的に熱を伝達させ、(b) このような鑄型部材を通してレンズの面に熱を伝導的に伝達させることによって、レンズの1つの面に熱を伝導的に印加するステップとを含む。

以下に説明する1つの実施の形態では、紫外線に暴露して硬化されたレンズをさらに、伝導的加熱によって処理する。このような伝導的加熱をすると、レンズ中の交差結合の程度が高まり、レンズの安定性が向上する傾向がある。レンズ形成材料は、少なくとも第1の鑄型部材902と第2の鑄型部材904によって輪

郭を定められる鑄型空洞900（図19に示す）の中に置かれる。紫外線は鑄型部材の内の少なくとも1つに向けて暴露され、これによってレンズ形成材料を硬化させてレンズにする。熱分配器910（図16に示す）によって、伝導性熱発生源912から伝導性の熱を少なくとも1つの鑄型部材に分配するようにしてもよい。熱分配器910は、その少なくとも一部分が、第1の鑄型部材902または第二の鑄型部材904のそれぞれ面906または面907の形状に適合するような形状を持つような可能性を有するのが好ましい。熱分配器910は、伝導性熱発生源912と接触するように置かれるのが望ましく、鑄型部材902は、鑄型部材の面906が熱分配器910の頂部上に静止するように、熱分配器910の上に置かれるのが好ましい。熱分配器910は熱発生源910に連結してもよい。熱は、熱発生源912によって熱分配器910に伝導的に印加される。熱は鑄型部材を介して熱分配器910からレンズの面に伝導される。熱分配器は、レンズ（図11に示す）の前部面916または背部面915に熱が印加されるように第1の鑄型部材902の面90

6または第二の鑄型部材904の面907を収容するような形状を持ってもよい。熱発生源912の温度はサーモスタットで調節し得る。

1つの実施の形態では、ホットプレート918（図17に示す）を熱発生源として用いて、レンズに伝導的な熱を印加している。それ以外の熱発生源も複数個使用されている。1つの実施の形態では、熱分配器910は相手側形状920を含むことがある。相手側形状920は、ホットプレートから伝導性の熱を分配するためにホットプレートの頂部の上に置いてもよい。前記相手側形状は、その少なくとも一部分が鑄型部材の外部面の形状に実質的に適合するように柔軟性を有することが好ましい。相手側形状は半球形でもよく、さらに、自身の上に置かれる鑄型アセンブリの表面が凸形状であるか凹形状であるかによって凸形状でも凹形状でもよい。例えば、背部鑄型の凹形状の表面を利用してレンズアセンブリ中に熱を伝導させる場合は、凸形状の相手側形状を備えてその上にアセンブリを置いてもよい。

相手側形状920は、ガラス製鑄型、金属製光学ラップ、積載された熱い塩お

よび／または砂または、熱発生源912から熱を伝導させるような複数の他のデバイスを含んでもよい。1つの熱発生源の上に、同一のまたは異なる相手側形状をいくつでも組み合わせて用いてもよい。図17は目的を説明するための1連の態様の組み合わせを含むことを理解すべきである。1つの実施の形態では、相手側形状は粒子924で充填された容器922を含んでいる。この粒子は金属またはセラミックの材料を含むことが好ましい。相手側形状920は熱分配器910を含んでもよい。材料の層914を相手側形状920または熱分配器910の上に置いて、レンズ鑄型アセンブリ中に熱をゆっくりと、平滑に、そして均一に伝導させてもよい。この層は比較的低い熱伝導を提供するのが望ましく、ゴム、布、N o m e x TM 繊維またはゆっくりと、平滑に、そして均一の熱伝導させるような他の適切な材料で作ってもよい。

1つの実施の形態では、相手側形状920は、自身が面906または面907の形状に適合し易い形状となるように、粒子924で充填された層914（例えば袋または容器）を含んでいる。1つの実施の形態では、相手側形状は、粒子924を包含した実質的に「豆袋」に等しく、自身の上に置かれる鑄型面の形状に適合できるようなものとなっている。粒子924は、セラミック製材料、金属製材料、ガラスビーズ、砂および／または塩を含んでもよい。この粒子は、面906または面907に印加される熱を実質的に均等に伝導させやすいようなものであることが好ましい。

1つの実施の形態では、熱発生源の表面温度に実質的に近いか等しい温度を相手側形状の一部分が達成するに十分な時間にわたって、相手側形状920を熱発生源912の頂部上に置く。次に、相手側形状は、熱発生源の表面温度に実質的に近いか等しい温度を有する相手側形状の加熱部分が暴露するように「はじかれる (flipped over)」ようにしてもよい。1つの鑄型を相手側形状の加熱部分の頂部の上に置かれてもよく、相手側形状はこの鑄型の面の形状に適合するのが好ましい。このようにして、レンズへの伝導的熱伝達の速度は最初から最大になり得る。熱は相手側形状および鑄型面を介してレンズの面に伝導的に伝達されるのが好ましい。相手側形状の加熱部分の温度は、鑄型が相手側形状の上に置かれた後

では下がる傾向がある。

1つの実施の形態では、熱分配器910は、鋳型部材を伝導性熱発生源912から部分的に断熱されている。熱分配器は、鋳型部材に熱を徐々に、そして均一に伝達するのが好ましい。熱分配器はゴムおよび／または別の適切な材料で作るのが好ましい。熱分配器は、鋳型部材に接触してこれを受容するようなさまざまな形状（例えば半球の凸形状や凹形状）および寸法を持つ相手側形状を含んでもよい。

1つの実施の形態では、ホットプレートカバー930（図8に示す）を用いて

伝導性の熱を鋳型部材902の面906に分配してもよい。カバー930は、ホットプレート918（または他のなんらかの熱発生源）の上に直接に静止するようにしてもよい。カバー930は、面906の形状に実質的に適合する部分932を含むのが好ましい。部分932は、面906を受容するような凸形状表面または凹形状表面（図示せず）を含むのが好ましい。部分932はゴム製であって、面906に伝導性の熱をゆっくりとそして均一に伝達するのが好ましい。1つの実施の形態では、面907の形状に実質的に適合した凹形状の窪みを有するホットプレートを用いて、鋳型部材を介してレンズに熱を分配している。

1つの実施の形態において、熱は、熱発生源によって、1つの鋳型部材の外側の面にのみ伝導的に印加される。この外側の面は面906または面907であってもよい。レンズの背部面に最も近いレンズ材料の交差結合および／または青見付けを増大させるために、レンズの背部面915に熱が印加されてもよい。

好ましい実施の形態においては、サーモスタットで制御されたホットプレート918が熱発生源として用いられる。ガラス製光学鋳型928が、相手側形状として使われるためにホットプレート918上の凸形状側面に配置されるのが好ましい。そのガラス光学性鋳型は、約80mmの直径および約93mmの曲率半径を有するのが好ましい。ゴム製ディスク929が、レンズ鋳型アセンブリに均一で伝導的な熱を印加するために、この鋳型928上に置かれてもよい。ゴム製ディスクは、シリコンで作られ、約74mmの直径および約3mmの厚さを持つ

ことが好ましい。アセンブリの鋳型部材の外部面906が鋳型928の頂部に静止するように、レンズ鋳型アセンブリが鋳型928上に置かれることが好ましい。レンズ鋳型アセンブリのエッジが直接ホットプレートに接触しないことが好ましい。レンズ鋳型アセンブリは、その鋳型のエッジを介してではなくて、ゴム製ディスクを介して熱を受取ることが好ましい。

伝導的加熱方式を用いている間、良い生産速度を達成し過早排出の発生率を下げるためには、レンズのエッジが、伝導的な熱が印加される前に完全に硬化し乾燥していることが必要であろう。伝導的な熱が印加される間、もしレンズのエッジが不完全に硬化して（すなわち、液体またはゲルがなお存在している）いれば、レンズの加熱装置からの過早排出の発生率が高くなるかもしれない。

1つの実施の形態では、レンズのエッジが、不完全に硬化したレンズ形成材料（上記参照）を伝導的な熱が印加される前に硬化させまたは除去するために処理される。鋳型空洞は、少なくともガasket908、第1鋳型部材902、および第2鋳型部材904によって輪郭を定められる。鋳型部材の少なくとも1つに対して、紫外線が暴露されることによって、好ましくは前部面916、背部915およびエッジを有するレンズのレンズ形成を硬化させる。レンズ形成のうえで、ガasketは鋳型アセンブリから取り除かれてもよい。上に詳述した実施の形態のいずれかの方法にしたがって、レンズエッジ上に残存するすべての液体またはゲルを硬化させるために、酸素バリアを用いてもよい。光重合開始剤を伴って処理される酸素バリアを用いるのが好ましい。代わりに、すべての残存液体またはゲルが、手で取り除かれてもよい。レンズのエッジが乾燥すれば、レンズの面はここで述べられた方法を用いて伝導的に加熱することができる。

1つの実施の形態では、レンズは、鋳型空洞内での伝導的な硬化後加熱処理を受けたのち、着色される。着色の間、レンズは染料溶液に浸漬されることが好ましい。

伝導的な加熱の例

以下のように行われる硬化後処理を除外すれば、例1において述べられたのと同様なプロセスおよび装置で、レンズ形成組成物が初めに硬化した。

サンプルが15分間暴露された後、レンズはFC-104チャンバーから取り外

され、そして、上記のUVEXS Model 912 硬化チャンバー（図10）を通過し、それによって、約 $1,500 \text{ mJ/cm}^2$ （ $\pm 100 \text{ mJ}$ ）の暴露量の紫外線を受けた。そしてガスケットが鋳型アセンブリから取り外され、鋳型エッジに最も近い不完全硬化のレンズ形成材料を取り除くために、鋳型のエッジが吸収性のティッシュで拭かれた。光重合開始剤に含浸したプラスチックのストリップが、ガスケットが除去されたとき暴露した鋳型のエッジの周りに巻きつけられた。次に、鋳型アセンブリが、鋳型の前部表面を約 $1,500 \text{ mJ/cm}^2$ の暴露量に暴露するために、UVEXS 硬化チャンバーを1回通過させられた。それから鋳型アセンブリは、鋳型の背部表面に1通過当り約 $1,500 \text{ mJ/cm}^2$ の暴露量を受けるために、UVEXSをさらに4回通過させられた。ホットプレートの表面が華氏340度（ ± 50 度）に達するように、ホットプレートが操作される。NOMEXTM生地で作られた外被を有する相似的な「豆袋」がホットプレート上に置かれた。容器はガラスビーズを含み、ホットプレートに直接接触する容器の部分（すなわち、容器の最も熱い部分）がホットプレートから離れて上向きになるようにひっくり返された。鋳型アセンブリはそれから、容器の、ホットプレートと直接接触して熱せられ、暴露した部分の上に置かれた。凹形状で鋳造していない鋳型の面が、面の形状に大体相似する容器の暴露した表面上に置かれた。容器および鋳型部材を通して、熱がレンズに13分間加えられた。84のショア硬度Dをもつレンズが形成された。

パルス紫外線の暴露

重合可能なレンズ形成組成物は、鋳型／ガスケットアセンブリ内に置かれ、その組成物を硬化させて光学レンズにするために、適切なレベルの紫外線に暴露される。硬化反応の進行は組成物の内部温度を監視することによって判断してもよい。レンズ形成組成物はそれが硬化する際に3つのステージを通過すると考えられるかも

しれない。(1)誘導、(2)ゲル形成&発熱、(3)吸光度。紫外線を連続的に加えることで硬化する $-0.75 \sim 1.00$ の度の強さのレンズについて、これらの3つのステージが図20に示される。図20は、連続的暴露硬化サイクルを通じて、鑄型空洞内の温度を時間の関数として示している。

誘導ステージは、硬化サイクルの初期に起こり、紫外線が暴露される際のレンズ形成組成物の十分に安定した温度（または、硬化チャンバーの温度が組成物のそれよりも低いときは、降下温度）によって典型的に特徴づけられる。誘導期の間は、光重合開始剤が分解して組成物内の抑制物質および溶解酸素を消費するので、レンズ形成組成物は液体状態に留まっている。組成物の抑制物質成分および酸素成分が落下する際、分解する光重合開始剤および組成物は鎖を形成して、流出し得る「シロップ状の」物質を作り出す。

暴露が続けられると、その「シロップ」は成長し続けて、柔らかい、流出しない粘着性のゲルに成る。この柔らかなゲルのステージの間にかかなりの量の熱が発生し始める。レンズの光学的特性がこの時点において影響されるかもしれない。もし活性紫外線の強度になんらかの鋭い不連続（例えば、レンズ形成組成物のしずくに最も近い部分に光りを収束させるような、鑄型外部上の組成物のしずく）が生じれば、局所的な歪みがゲル構造内に生じ易くなり、完成品に歪みを生じる可能性がある。レンズ形成物質はこの非常に柔らかいゲル状態を通り、硬いゲル状態を通り、結晶をもつ構造になる。レンズ形成組成物OMB-91を使用するときは、ゲルおよび結晶ステージ間の遷移中に絶えず曇りが出来易い。反応が継続し、二重結合が消滅するにつれて、反応速度および反応による熱の発生率が鈍化し、そのために、レンズ形成組成物の内部温度が、熱発生速度とシステムの熱消散能力が一致する最高点を通過する。

最高温度に達し、レンズ形成組成物が冷え始めるまでには、レンズは典型的には

結晶形態に達し、それが壊れた場合粉々になるよりはむしろひび割れし易くなる。変化の速度は劇的に遅くなり、レンズは、なんらかの反応がまだ起こっているとしても、冷え始める。暴露は、この吸光線の局面を通じてなお行われる。一般

に、硬化サイクルは、レンズ形成組成物の温度が発熱の初期における温度（すなわち、組成物の温度が反応によって開放された熱のために増加する点）の近傍まで降下したとき、完了したとみなされる。

連続暴露方式は、FC-104硬化チャンバー条件のもとで、（約20～25グラムまでの）比較的低質量のレンズに対してよく作用する傾向にある（例えば、米国特許第5,364,256号および第5,415,816号を参照のこと）。硬化されている材料の量が増加すると、問題が生じるかもしれない。発熱局面中に生じる熱の合計量は、大体レンズ形成材料の質量に比例する。相対的に高い質量のレンズの硬化中は、所定時間における熱の発生量が、より低い質量のレンズの硬化中よりも大きい。しかし、熱伝達のために利用できる全鑄型／ガスケット表面積（例えば、レンズ形成組成物から除去し得る熱）は実質的に一定のままである。したがって、相対的に高い質量のレンズ形成材料の内部温度は、低い質量のレンズ形成材料の場合よりも急速に高くなるかもしれない。例えば、低い負値の鑄造して完成されたレンズは典型的には華氏約100度を超えないが、一方ある厚い半分完成したレンズ「半完成品」は、連続的な暴露に暴露された場合、華氏約350度よりも高い温度に達するかもしれない。レンズ形成材料は硬化過程に際して縮む傾向にあり、硬化中の過度の熱放出は鑄型およびレンズ形成材料間の固着を低下させ易い。これらの要因は、比較的高い質量のレンズ形成材料の硬化中におこる過早排出および／またはひび割れという、繰り返される問題に行きつく。

本発明の重要な利点は、過早排出およびひび割れという上述の問題を持たない、比較的高質量で半分完成されたレンズの半完成品、および高出力の鑄造して完成さ

れたレンズの製作である。以下に述べられる本発明の方法は、紫外線によって起こされる重合を伴う眼鏡レンズの硬化プロセスを従来の方法よりもより包括的に制御することを可能にする。サイクル中の適切な時期に活性光線を遮断し減少させることによって、熱の発生および開放の速度を制御することができ、過早排出の発生を減少することができる。本発明の1つの実施の形態は、選択された周

期的暴露量（例えば、パルス）の暴露線の印加の後に、選択的な期間の間紫外線を減少させまたは「暗黒」状態にすることによって、紫外線硬化可能レンズ形成材料の反応（したがって熱発生速度）を制御する方法に関する。以下の記述において、「暗黒」とは活性暴露の不在を意味し、必ずしも可視光線の不在を意味しないということが理解される。

より特定のには、本発明の実施の形態は（a）誘導期全体にわたっておこなわれる、レンズ形成材料の暴露（例えば、連続的またはパルス暴露）への初期暴露、（b）材料が第1の温度（例えば、暴露が続いた場合、組成物が達することができ最高温度）に達する前に暴露を遮断または減少させ、反応を第1の温度よりも低い第2の温度に進行させること、（c）硬化を完成させるために、レンズ形成材料に対する紫外線の暴露および減少された紫外線および／または暗黒の十分な数の交代期間を充当する一方で、暴露のタイミングおよび持続期間、または硬化チャンバー内の冷却の操作を通じて熱の発生および／または散逸の速度を制御することに関する。図21は、（a）連続的な紫外線の暴露および（b）パルス紫外線の暴露、の両方について鋳型空洞内の温度を時間の関数として示す。

本出願の文脈において、「ゲル」は、液体のレンズ形成組成物が硬化しながら、事実上流れ落ちない、けれどまだ事実上変形可能で事実上結晶化していない状態になったときに現れる。

以下の記述において、「第1の期間」とは、暴露（例えば、パルス）がレンズ形

成組成物に印加され、組成物の少なくとも一部分がゲルに変わる初期暴露期間の時間の長さであると理解される。「第1の紫外」線または光とは、初期暴露期間中にレンズ形成組成物に印加される暴露のことである。「第2の紫外」線または光とは、組成物が冷えて上述の「第3の温度」になった後、レンズ形成組成物に（例えば、パルスの形態で）印加される暴露のことである。「第2の期間」とは、第2の紫外線がレンズ形成組成物に暴露される継続期間のことである。「第3の期間」とは、紫外線が第2の期間に暴露された後に引き続く、減少された紫外線または暗黒の継続期間のことである。

本発明の1つの実施の形態において、レンズ形成材料は第1の鋳型部材および第2の鋳型部材によって輪郭を定められる鋳型空洞内に置かれる。第1の鋳型部材および／または第2の鋳型部材は、第2の期間および／または第3の期間中にレンズの形成が完成する際に、連続的に冷却されてもよいしまたはされなくてもよい。レンズ形成材料から熱を取る1つの方法は、少なくとも1つの鋳型部材の鋳造されていない表面に連続的に空気を送ることである。空気が、第1のおよび第2の鋳型部材の両方に送られることが好ましい。空気の温度を周囲の温度よりも低い温度に冷却するために冷却器を用いてもよい。その温度は約0℃から20℃の間が望ましく、約3℃から15℃の間であればさらに好ましい。空気がまた、第1の期間中に少なくとも1つの鋳型部材を（前述のどの方法によっても）冷却するために用いられてもよい。

本発明の1つの実施の形態において、第1の期間は、レンズ形成組成物の少なくとも一部分が温度上昇またはゲルを形成し始め、第1の紫外線が弱められまたは除去され（例えば、遮断され）て、第1のまたは第2の鋳型部材との接触を断つ時に終わる。第1の期間は、レンズ形成材料が、（材料のエッジ部に最近傍の少量を除いて）事実上液体が存在しなくなるまでゲル化することを可能にする冷却器に十

分に続くことが好ましい。完全なゲル化の前の暴露の中断は、場合によっては光学的な歪みを作り出す。第1の期間の長さは、レンズ形成組成物が第1の温度に達するのを抑えるように選択されることが好ましい。第1の温度は組成物の「発熱ポテンシャル」（すなわち、反応の際の発熱能力）が使い果たされるまでそのシステム条件（例えば、冷却空気の流速および温度、暴露の波長および強度）下で暴露された場合に、レンズ形成組成物が達し得る最大の温度であることが好ましい。

本発明の1つの実施の形態に従えば、組成物内の反応は、第1の紫外線は取り除かれた後、第2の温度に達するまで進行することができる。第2の温度は第1の温度より低いことが好ましい。組成物が第1の温度に達しないことが好ましい。従って、組成物は、第1の温度に達すること、および第2の温度まで冷却され

ることを妨げられるが好ましい。組成物は、第2の温度から第3の温度まで冷えることが可能である。この冷却化は、熱が周囲の物体に移動するに任せておくことによって「非能動的に」行われてもよいし、または少なくとも1つの鑄型部材が上記の方法のどれかによって冷却されてもよい。

本発明の1つの実施の形態において、レンズ形成材料の硬化は、第2の紫外線（例えば、パルス形態の）が少なくとも1つの鑄型部材に暴露されることによって完了される。第2の紫外線は、レンズ形成組成物の反応速度に基づいて決定される第2の期間中鑄型部材に暴露されてもよい。組成物または鑄型空洞の一部またはチャンバーに出入りする空気の変化する温度は、反応速度の指標であり、ゆえに第2の期間はそれらに応じて決定してもよい。第2の期間は、後続のパルスが先行するパルスよりも長いまたは短い持続期間をもつように変化させてもよい。パルスの間の時間（すなわち、第3の期間）は、組成物の温度および／または反応速度の関数として変化させてもよい。光線のパルスを達成するには、（a）光源に電源を入れそれか

ら切ってもよいし、（b）光線を暴露しつぎにレンズ形成組成物への光線の通路を遮断することを交互に行なうための装置を用いてもよいし、または（c）光源および／または鑄型アセンブリが、紫外線がレンズ形成材料に接触するのを抑制するために、移動させられてもよい。第2のおよび／または第3の期間は、（a）第1のおよび／または第2の鑄型部材からのレンズの過早排出および／または（b）レンズのひび割れの発生の低減とともに急速なレンズ形成を可能にするために制御されることが好ましい。

1つの実施の形態において、第2の期間は、組成物の温度が第2の温度を超えることを防ぐために制御されることが好ましい。レンズ形成組成物の温度は、組成物内で起こる反応の発熱する特性のために、暴露が第1および／または第2の鑄型部材から取り除かれた後も上昇し続ける。第2の期間は、組成物の温度が第2の温度よりも低い間第2の紫外線のパルスが取り除かれる程度に短くてもよく、組成物の温度は第3の期間の間上昇し、組成物の温度が下がり始める点において第2の温度と等しくなる。

1つの実施の形態において、第3の期間は、組成物の温度が第3の温度に実質上等しくなるまで続く。ひとたび組成物の温度が第3の温度まで低下すれば、第2の紫外線のパルスが組成物に暴露されてもよい。1つの実施の形態において、第2の期間は一定であり、第3の期間は組成物の温度を第2の温度より低く維持するために制御される。第3の期間は、パルスが組成物に暴露された後、組成物の温度を第2の温度に至らしめるがそれを超えさせないと予想される温度まで低下させるために用いられる。

1つの実施の形態において、シャッターシステム950（図7）は、第1および／または第2の紫外線のレンズ形成材料への印加を制御するために用いられる。シャッターシステム950は、紫外線がレンズ形成材料に到達するのを妨げるために硬

化チャンバー内に挿入される空気起動式シャッタープレート954を含むことが好ましい。シャッターシステム950は、シャッタープレート954を硬化チャンバーに挿入しまたは引き抜いたりするエアシリンダ956を作動させるプログラム可能ロジックコントローラ952を含んでもよい。プログラム可能ロジックコントローラ952は、特定の時間間隔におけるシャッタープレート954の挿入および引き抜きを可能とすることが好ましい。プログラム可能ロジックコントローラ952は、チャンバー内の少なくとも1つの鑄型空洞に最も近い部分に置かれた、またはチャンバーに出入りする空気の温度を感知するために置かれた熱電対から、シャッターの挿入および／または引き抜きの時間間隔が硬化チャンバー内の温度の関数として調節されることを可能とする信号を受取る。熱電対は、鑄型空洞および／または鑄造チャンバーに非常に近い多くの位置に置かれてもよい。

第2の紫外線の波長および強度は第1の紫外線のそれに大体等しいことが好ましい。暴露（例えば、第1または第2の紫外線）の強度および／または波長を変化させることが好ましいかもしれない。用いられる暴露の特定の波長および強度は、組成物の同一性および硬化サイクルの変数のような要因に応じて実施の形態間で変化してもよい。

多くの硬化サイクルが設計され、用いられ得る。最も好ましいサイクルを設計するためには、相互に作用する多くの変数を考慮に入れるべきである。重要な独立変数には、1) レンズ形成材料のサンプルの質量、2) 材料に印加される光線の強度、3) レンズ形成材料の物理的特性、および4) システムの冷却効率がある。重要な硬化サイクル(独立)変数には、1) 誘導およびゲル化のための最適な初期暴露時間、2) 全サイクル時間、3) パルス間の時間間隔、4) パルスの持続時間、および5) 全暴露時間がある。

本発明の方法を含む実験のほとんどは、華氏55度の動作温度で、下記のモノマ

ーOMB-91および上述の硬化チャンバーセットFC-104を用いて行われた。しかしながら、テストは他のレンズ形成材料および硬化チャンバー温度でおこなわれた。OMB-91の配合が以下に記される。

OMB-91の配合

原料	重量%
サルトマーSR351 (トリメチロール プロパン トリアクリレート)	20.0 ± 1.0
サルトマーSR268 (テトラエチレン グリコール ジアクリレート)	21.0 ± 1.0
サルトマーSR306 (トリプロピレン グリコール ジアクリレート)	32.0 ± 1.0
サルトマーSR239 (1, 6ヘキサンジオール ジメタアクリレート)	10.0 ± 1.0
(ビスフェノールA・ビス(アリルカルボネート))	17.0 ± 1.0
イルガキュア184 (1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン)	0.017 ± 0.0002
メチルベンゾイルフォルメート	0.068 ± 0.0007
ヒドロキノンのメチルエステル化合物 (“MeHQ”)	35 ppm ± 10 ppm
熱可塑性 Blue P	0.35 ppm ± 0.1 ppm

(9, 10-アントラセンジオン-1-ヒドロキシ-4-(4-メチルフェニル)アミノ)

計測/特性:

特性	推薦仕様
外観	透明な液体
色	
(APHA)	最大50
(試験管試験)	標準
酸性度(アクリル酸として ppm)	最大100
屈折率	1.4725 ± 0.002
濃度	1.08 ± 0.005 gm/cc

(23℃)

粘性 (22.5℃)	27.0 ± 2 センチポアズ
溶剤重量 (重量%)	最大 0.1
水 (重量%)	最大 0.1
MeHQ (HPLCより)	35 ppm ± 10 ppm

本発明の方法およびシステムは、ここで述べられる材料に加えて、さらに様々な種類の暴露硬化レンズ形成材料に適用することが出来ることが理解されよう。いくつかのレンズ形成組成物の間における抑制物質レベルの変化のために、硬化サイクルの変数（特に初期暴露時間）への適合が同タイプのレンズ形成組成物の間でさえも必要かもしれないということを理解すべきである。さらに、システムの熱消散能力における変化のために、硬化サイクルの変数（例えば、暴露パルス間の冷却持続期間）への適合が必要になるかもしれない。システムの冷却能力における変化および／またはレンズ形成材料の組成における変化が同様に硬化サイクルの変数への適合を必要とするかもしれない。

パルスによる硬化サイクルの設計に影響する重要な変数としては、(a) 硬化する材料の質量、(b) 材料に暴露される光線の強度がある。本発明の方法の重要な

態様は初期暴露期間である。もしサンプルが過剰に暴露されれば、反応があまりにも早く進行するので過早排出および／またはひび割れの可能性があるかもしれない。もしサンプルが固定した（すなわち、あらかじめ調節された）硬化サイクルの初期において不十分に暴露された場合、引き続く暴露は、サイクルの後での非常に大きな温度上昇をもたらし、過早排出および／またはひび割れの要因となる。さらに、もし光度が固定光度レベルおよび／またはレンズ形成材料の固定質量に対して設計されたサイクルにおいて約±10%以上変動する場合、過早排出および／またはひび割れを起こすかもしれない。

本発明の1つの実施の形態は、2つのプロセスをもつ硬化サイクルを含む。第1のプロセスは、比較的長い期間のレンズ形成組成物への暴露による乾燥ゲルの形成に関連する。材料はそれから暗黒よりも低い温度にまで冷却される。第2の

プロセスは、材料の残留発熱ポテンシャルを、相対的に短時間の暴露への材料の暴露および長時間の低減された暴露（たとえば、暗黒冷却）への暴露を交互に行なうことによって、制御可能に放出することに、関連する。

第2のプロセスの間のレンズ形成材料の動作は、第1のプロセスの間に起こったレンズ形成材料の反応の度合いに依存する。固定された硬化サイクルについては、第1のプロセスで起こる反応の度合いは指定された範囲とぴったり一致することが好ましい。もし反応の進行がうまく制御されなければ、ひび割れおよび／または過早排出が起こるかもしれない。一定レベルの抑制物質および光重合開始剤をもつ組成物を含む硬化サイクルの場合は、用いられる暴露の強度が、第1プロセスで達成される硬化レベルを変化させる最も可能性の高い要因である。一般に、強度における±5%の変動によって、第1プロセスで達成される硬化レベルの測定し得る差異を生じる。±10%の光度の変動は、生産速度を著しく低下させる。

様々な光度の硬化させられる材料への影響は、それが、硬化サイクルが設計され

た選択強度よりも高いか低いかによって依存する。図23は、異なる光線レベルが用いられている3つの実施の形態についての温度一覧表を示す。もし材料が暴露される光度が選択された温度よりも高ければ、過剰暴露によって反応が著しく進みすぎるかもしれない。そのような場合、過剰な熱が発生して、硬化サイクルの第1のプロセスにおけるひび割れおよび／または過早排出の可能性が増大するかもしれない。もし過剰暴露された材料の過早排出および／またはひび割れが第1のステージにおいて起こらなければ、引続き第2のプロセスで処理されるパルスは、非常に小さな付加的反応しか起こさないかもしれない。

もし光度が選択強度よりも低くレンズ形成材料が不十分に暴露された場合には、他の問題が起こるかもしれない。材料は第1プロセスにおいて十分な硬化レベルまで達しないかもしれない。第2プロセス中に暴露されるパルスはそれから比較的大きな量の反応を引起し、反応によって発生した熱はシステムの熱消散能力よりも非常に大きくなるかもしれない。このために、レンズ形成材料の温度は

著しく増大し易くなるかもしれない。過早排出が起こるかもしれない。そうでなければ、サイクル終了後も熱を発生し続ける未硬化のレンズが作られるかもしれない。

レンズ形成材料に印加される最適な初期暴露量は、主にその質量に依存し得る。初期暴露量はまた光度および暴露時間の関数である。与えられた鋳型／ガスケット／モノマーに対して硬化サイクルを設計するための方法には、固定された光度の選択が含まれる。

本発明の方法は、広範囲の光度を含んでもよい。相対的に低い強度を用いると各冷却ステップの長さを短縮できるので、より短くて制御し易いパルスを暴露できるようになる。蛍光灯が用いられている場合は、相対的に低い強度を使用すれば、より低電力の設定が可能になるので、ランプ冷却システムへの負荷を低減でき、ランプの寿命を延ばすことができる。相対的に低い光度を使用することの弱点は、初期

暴露期間が幾分長くなりがちなことである。相対的に高い光度レベルは、より短い暴露時間を可能とする一方で、ランプ駆動装置および／またはランプ冷却システムにより大きな要求をもたらし、それらはどちらもランプの寿命を短くしがちである。

1つの実施の形態において、Mercon HR0696-4ドライバーによって動かされるゼネラルエレクトリックのF15T8BLランプが、一片の両面つや消し拡散ガラスおよび一片の透明P0-4アクリルプレートをもつFC104硬化チャンバーと組み合わせて用いられてもよい。光度設定は、トップランプに対しては、760マイクロワット/cm²、ボトムランプに対しては、950マイクロワット/cm²でもよい。

いったん光度が選択されれば、初期暴露時間を決定することができる。サイクル中の反応をモニタする便利は方法は、精度の高い熱電対を作り、鋳型空洞内に設置し、それを適切なデータ収集システムに接続することを含む。好ましい熱電対は、オメガ・エンジニアリングから入手できるタイプJ、直径0.005インチ、テフロン絶縁ワイヤーである。絶縁被覆は約30～50mmだけ剥離され、

微細な穴の通った皮下注射針を経由してガスケットの壁に通される。それから針は取り除かれ、2つのワイヤーは撚り合わされて、ガスケットの内部円周内に熱電対の接続部を形成する。導線の他の端は鋳型・セットが満たされた後データ収集ユニットに導かれる永久熱電対延長コードに差込むことが出来るミニチュア・コネクタに結合される。

データ収集ユニットは、ジョン・フルークMfg.社によるハイドラ2625Aデータロガーでもよい。それは、ハイドラ・データロガー・ソフトウェアを走らせるIBM両立パーソナル・コンピュータに接続される。そのコンピュータは、複数の読取温度とともに傾向グラフをモニタに表示する。検知間隔はどんな都合のよい時間間隔に対しても設定でき、5秒ないし10秒の間隔が通常よい解像度を生じる。

鋳型空洞内での熱電対接続部の位置は、サイクルを通じてのその読取および動作

に影響を与える。その接続部が前部および背部鋳型の間に置かれた場合、鋳型面またはその近傍に置かれた場合に比べて相対的に高い温度が観測されるかもしれない。空洞のエッジから接続部までの距離が、硬化サイクルの温度グラフの形のみならず絶対温度の読取にも影響を与えるかもしれない。レンズ形成材料のエッジは、材料の他の部分よりもわずかに遅れて温度上昇し始めるかもしれない。サイクルの後半部では、レンズ形成材料は中心部分のほうが、エッジ部より幾分先行しているので、暴露パルスに対してほとんど反応せず、逆にエッジ部近傍の材料が大きな活性を示しがちである。硬化サイクルを進行させる実験を行なうときに、鋳型空洞内に2つのプローブを、1つは中心付近にもう1つはエッジ付近に挿入することが好ましい。中心のプローブはサイクルの初期を受け持ち、エッジ部のプローブはサイクルの後半ステージを導く。

レンズ形成材料の各領域間の異なる反応速度は、鋳型面への横断的な、光線の差動配分の暴露によって達成されるかもしれない。テストが行なわれたが、そこでは、「負値型」の光線の配分が、レンズ形成材料のエッジ部の、中心部より早い反応開始を引起こした。高質量の半完成のレンズを硬化させるために光線分配

フィルターを用いることの潜在的な長所は、多数のフィルターを通る際に起こり易い全光透過率の非均一性によって相殺されるかもしれない。FC-104硬化チャンバー内のアパーチャの上に用いられるPO-4アクリルプレート（シロ・インダストリアル；テキサス州プラノ）の紫外線透過率は、シルクスクリーンのフィルタープレートのそれよりもかなり一定している。

（a）暴露強度、（b）暴露による硬化が可能なレンズ形成材料、（c）鋳型／ガスケット・セット、および（d）データ収集システムの選択および／または構成の後、最適初期暴露期間を決定することができる。温度一覧表を得るためにレンズ形成材料のサンプルを連続的な暴露に暴露することは、有益である。これは、その

中に最適初期暴露時間が収まる、経過時間の識別し得る範囲を与えるであろう。注目すべき2つの点は、サンプル内の温度上昇が最初に検知される時間（「T i n i t i a l」または「T i」）、およびサンプルの最高温度が達成される時間（「T m a x」）である。また注目されるのは、実最高温度、そのシステムの条件（例えば、冷却の存在）下でのサンプルの「熱ポテンシャル」の指標である。

一般則として、高質量のレンズ（すなわち、約70グラムより重いレンズ）は華氏約200度以下に、望ましくは華氏約150度から約180度までの間に留まるべきである。より高い温度は典型的には、ひび割れおよび／または過早排出に起因するレンズの生産速度の低下に結びついている。一般的に、より低い質量のレンズ（すなわち、約45グラム以下のレンズ）は、華氏約150度以下に、望ましくは華氏約110度から約140度までの間に留まるべきである。

第1の期間はレンズ形成材料の質量に基づいて選択されてもよい。1つの実施の形態において、レンズ形成材料は約45グラムから約70グラムまでの間の質量を有し、選択された第2の温度は華氏約150度から約200度までの間の温度である。別の実施の形態において、レンズ形成材料は、約45グラム以下の質量、および華氏約150度未満の第2の温度を持つ。本発明のさらに別の実施の形態において、レンズ形成材料は、少なくとも約70グラムの質量、および華氏約170度から約190度までの間の第2の温度を持つ。

T i n i t i a l および T m a x の間の時間の半分よりわずかに前で暴露が鋳型部材から取り除かれるという実験が行なわれてもよい。初期暴露時間は、選択された範囲で T m a x を与えるための引き続く実験における上記の実験の結果に基づいて減少または増加してもよい。この手順は、与えられた鋳型／ガスケットのセットおよび光度の全てに対して最適な初期暴露時間の決定を可能にするかもしれない。

上述の方法に関連するシステムの変数間の関係の質的な概要が図 2 2 に示されている。

初期暴露期間の後、材料の残存発熱ポテンシャルを制御可能的に放出して硬化を完成させるために、一連の暴露パルス／冷却ステップが行われてもよい。この第2のプロセスを完了するために、少なくとも2つのアプローチがある。第1は、多数の非常に短いパルスの短い冷却期間での暴露を含む。第2のアプローチは、少数の、対応する長い冷却期間を伴う長いパルスの暴露を含む。これらの2つの方法のどちらも良い製品を作り出し、これらの両極端の間には多くの許容し得るサイクルが存在する。

本発明の重要な態様は、冷却された冷却流体（例えば、冷却空気）を必要とせずに、広範囲（例えば、 -6 から $+4$ ジオプトリ）にわたるレンズを作成するために、光線のパルス化された暴露を行なうということに関する。適切に光線を暴露すれば、冷却流体として周囲の空気を用いることができるので著しくコストを下げることができる。

3つの半分完成された鋳型ガスケットのセットである 6. 0 0 D の基底曲線、4. 5 0 D の基底曲線および 3. 0 0 D の基底曲線に対して、いくつかの既定のサイクルが以下の表に詳述される。これらのサイクルは、華氏約 5 6 度の温度の冷却空気が鋳型アセンブリの前部および背部表面に送り込まれる F C - 1 0 4 硬化チャンバーを用いて遂行された。ガラスの約 1 インチ下方に P O - 4 アクリル材料の層を伴って、つや消しされた拡散窓ガラスがサンプルおよびランプの間に置かれた。サンプル面近傍での測定によれば、トップの光度は 7 6 0 マイクロワット／ cm^2 に調節され、ボトムの光度は 9 5 0 マイクロワット／ cm^2 に調節

された。スペクトル線メータDM365Nおよび標準的な検出器ステージが用いられた。米国特許出願第07/931,946号に記述されているイン鑄型・コーティングが、前部

および背部鑄型の両方をコーティングするために用いられた。

		基底曲線	
鑄型セット	6.00	4.50	3.00
前部鑄型	5.95	4.45	2.93
背部鑄型	6.05	6.80	7.80
ガスケット	-5.00	13mm	16mm
結果生じる半完成ブランク			
直径	74mm	76mm	76mm
中心部の厚さ	9.0mm	7.8mm	7.3mm
エッジの厚さ	9.0mm	11.0mm	15.0mm
質量	46g	48g	57g
硬化サイクル変数			
合計サイクル時間	25:00	25:00	25:00
初期暴露	4:40	4:40	4:40
パルス数	4	4	4
初期暴露から測定した経過時間下でのパルスのタイミング (秒単位)と持続時間			
パルス1	15秒間隔 10:00	15秒間隔 10:00	15秒間隔 13:00
パルス2	15秒間隔 15:00	15秒間隔 15:00	15秒間隔 21:00
パルス3	30秒間隔 19:00	30秒間隔 19:00	20秒間隔 27:00
パルス4	30秒間隔 22:00	30秒間隔 22:00	30秒間隔 32:00

図24, 25および26の各々に、紫外線暴露が連続的である場合、および紫外線送出がパルス化されている場合のすでに詳述した温度プロフィールを示す。図23～26で、“I₀”は硬化サイクルで用いられる紫外線の初期強度を示す。“I₀=760/950”という表現は、頂部ランプは760マイクロワット

／ cm^2

で底部ランプは950マイクロワット／ cm^2 の初期設定になるように光線強度を調節されたという意味である。図23～26の“内部温度”は、鑄型空洞内に置かれた熱電対で測定されたレンズ形成材料の温度のことである。

パルス化／冷却サイクルの設計に対する以下の一般的規則を用いて、レンズの過早排出および／またはひび割れを抑制しながらもレンズを急速に硬化させるようにしてもよい。パルスの持続時間は、初期暴露の期間で達成された最大温度にまで温度が達しないような値であることが好ましい。冷却期間の長さは、レンズ形成材料の内部温度が、その材料がパルスを受ける直前の温度の近傍に復帰するのに必要な時間の長さによって決まる。日常の実験においてこれらの一般的な規則を遵守すれば、広い範囲にわたるレンズ形成材料、光線強度レベルおよび冷却条件に対して適切な硬化サイクルを達成することが可能である。

光線の出力は、光線出力の変化に反応して光線に印加される電力の量を変化させることによって測定され調整される。具体的には、本発明の1つの実施の形態は、光線の近傍に取り付けられた光センサーを含んでいる。この光センサーは光線の量を測定し、次に、第1の紫外線の強度が使用中に減少するに連れて、第1の紫外線を維持するために供給される電力をコントローラが増加させ、反対に、前記強度が増加するに連れて、コントローラはその電力を減少させる。具体的には、出力は光線に供給される電氣的周波数を変化させることによって変化される。

フィルターは、紫外線以外の光線の光波が光センサーに対する衝突量が、まったくゼロではないがその値が減少するように光センサーに適用するのが好ましい。1つの実施の形態では、ホーヤオプティクス社（カリフォルニア州フレモント市）製の365Nガラスを光センサーに適用して可視光線を濾過している。

ある“ランプドライバー”すなわち光線コントローラは、メルクロンモデルFX0696-4およびモデルFX06120-6（米国テキサス州ダラス市にあるメ

ルクロン社製）であった。これらの光線コントローラは、米国特許第4,717

、863号および第4, 937, 470号に説明されている。

図13に、上述の光線調節システムの略図を示す。装置10中の光線40は、レンズホルダー70に向けて光線を暴露する。光センサー700は、光線40に隣接して置かれている。好ましくは、光センサー700は、光導電セル式光センサーである（この応用例では光ダイオードや他の光センサーを用いてもよい）。フィルター750を持った光センサー700は、ワイヤー704を通してランプドライバー702に接続されている。ランプドライバー702は光センサー700を介して電流を送出し光センサー700からの返送信号を受信する。返送信号は調節可能な設定値と比較され、次に、ワイヤー706を通じて紫外線40に送られた電氣的周波数を、前記設定値と光センサー700から受信した信号の差に応じて変化させる。光出力は約±1%以内に維持するのが好ましい。

本発明の好ましい実施の形態では、中圧の水銀ランプを用いて、レンズ形成材料およびレンズコーティングを硬化させる。紫外線硬化で用いられるこのランプおよび多くの従来型の光源はあまり繰り返してオンオフすべきでないが、その理由は、動作に先立って数分のウォームアップ時間が一般に必要であるからである。水銀ランプ光源は、暴露期間（すなわち第2の期間）の間に低圧設定値でアイドリングさせてもよいが、この光源は低圧設定値でアイドリング状態でもかなりに熱を発生し、電気を消費する。

1つの実施の形態では、フラッシュランプは紫外線を放出してレンズ形成材料を硬化させる。フラッシュランプは他の光源と比較して小型で、低温で、安価で信頼性の高い光源になると信じられている。フラッシュランプのための電源は、自身のコンデンサバンクを充電している間は比較的最小の電流を流す傾向がある。フラッシュランプは、蓄積されたエネルギーをマイクロ秒台で放電させて、フラッシュ管

自身から非常に高いピーク値の強度を発生する。したがって、フラッシュランプは動作にはあまり電極を必要とせず、紫外線硬化プロセスで用いられる他の光源より発熱量も少ない。

1つの実施の形態では、複数の鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて紫外線

を放出するために用いられるフラッシュランプはキセノン光源である。レンズのコーティングもまたキセノン光源を用いて硬化させてもよい。図29を参照すると、キセノン光源980は、管996および電極を有するフォストローブ992を含んで、紫外線を透過させるのが好ましい。この管は、ホウケイ酸塩のガラスまたは石英を含むことがある。石英管は一般に、硬いガラス管の約3倍から10倍の電力に耐えられる。この管はリング形状、U字形状、螺旋形状、線形形状でもよい。この管は容量性トリガー電極995を含むことがある。容量性トリガー電極は管996の外部上にワイヤー、シルバー細片または伝導性コーティングを有してもよい。キセノン光源は、約1秒、より好ましくは約1/10秒と約1/1000秒、さらにより好ましくは1/400秒から1/600秒までの間の値より短い持続時間にわたって光線パルスを送出するようにするのが好ましい。キセノン光源は約4秒以下毎に光線パルスを送出するようにしてもよい。キセノンランプの比較的高い強度と短いパルス持続時間によって、レンズ形成組成物にあまり暴露熱を与えることなくこの組成物を急速に硬化させることができる。

1つの実施の形態では、コントローラ990（図29を参照）が、紫外線光源980から送出される紫外線パルスの強度および持続時間ならびにパルス間の時間間隔を調節する。紫外線光源980はコンデンサ994を含むことがあるが、このコンデンサは紫外線パルスを放出するに必要とされるエネルギーを蓄積するものである。コンデンサ994によって、紫外線パルスを必要なだけ頻繁に送出するようにしてもよい。温度モニター997は鋳型チャンバー984内の複数の位置に置

いてもよい。この温度モニターは、チャンバー内の温度および／またはチャンバーから出る空気の温度を測定し得る。本システムは、冷却器988および／または分配器986（図27を参照）に信号を送って、冷却用空気の量および／または温度を変化させるようにしてもよい。温度モニターはまた、鋳型空洞に近接した場所ならいくつでもその場所の温度を測定して、コントローラ990に信号を送り、鋳型チャンバー984内の温度の関数としてパルス持続時間、パルス強度またはパルス送出間隔時間を変化させるようにし得る。

1つの実施の形態では、光センサー999を用いて、光源980から放出される紫外線の強度を測定している。この光センサーは信号をコントローラ990に送るが、このコントローラは、紫外線の強度をある選択されたレベルに維持するのが好ましい。フィルター998は紫外線光源980と光センサー999の間に置かれるが、可視光線が光センサー999に接触しないようにすると同時に、紫外線をこのセンサーに接触させるようにするのが好ましい。このフィルターは365Nガラスまたは、可視光線を濾過して紫外線を透過させるような他のなんらかの材料を含んでもよい。

1つの実施の形態では、冷却用分配器を用いて、複数個の鋳型部材の内の少なくとも1つの鋳型部材の非鋳造面に向けて空気を放出して、レンズ形成組成物を冷却するようにしている。空気は、組成物を冷却するために複数の鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて放出される前に周辺温度未満の温度に冷却してもよい。

1つの実施の形態では、周辺温度を持つ空気を用いて、レンズ形成組成物を冷却させている。キセノンフラッシュは一般には、約1秒よりはるかに短い持続時間を有するので、他の紫外線光源を用いる硬化方法と比較してかなり暴露的でない熱がレンズ形成組成物に伝達される傾向がある。したがって、レンズ形成組成物に与えられる熱は減少することによって、周辺温度の空気が十分な発熱量を除去してレン

ズの過早排出および／またはひび割れを実質的に防止することができる。

1つの実施の形態では、キセノン光源を用いて、温度上昇の測定および／またはレンズ形成組成物によるゲル形成が発生する程度まで、第1および第2の鋳型部材に向けて第1の紫外線を放出する。ゲルは、照射パルス回数が15パルス未満、より好ましくは約5パルス未満で形成されるのが好ましい。ゲルは、組成物がパルスに暴露される合計時間が約1/10秒または1/100秒を越える前に形成されるのが好ましい。

1つの実施の形態では、反射デバイスをキセノン光源と組み合わせて用いている。反射デバイスはフラッシュ光源の背後に置かれるが、これによって、組成物

の中心からそのエッジに至るまで均一に紫外線が分配されるようにするのが好ましい。

1つの実施の形態では、キセノン光線フラッシュランプを用いて、複数の紫外線パルスをレンズ形成組成物に暴露し、これによって、30分未満、より好ましくは20分または15分未満の時間でこの組成物を硬化させて眼鏡レンズにする。

キセノン光線光線を用いることによってまた、広い範囲のジオプトリ値を持つレンズを形成できる。高出力のレンズは最厚領域から最薄領域に至る比率が最大であるが、これは、縮みによって誘導された応力がより多く生成されて、鑄型の撓みが大きくなって過早排出しやすくなることを意味する。高出力のレンズはまた、より厚い領域を保有する。これら厚い領域内にあるレンズ形成材料の部分は、鑄型表面に近接した領域より受ける光線が少ない。連続暴露式レンズ形成技法は一般的には、硬化中に発生した熱を制御するために必要とする光線の強度は比較的に低い。このように比較的低い光線強度が用いられるために、ゆっくりとゲル化し、その期間も長くなる。レンズの一部分を別の部分とは異なった速度で硬化されると、光学的歪みが発生しやすい。不均一硬化を特徴とする方法は一般に、比較的高出力のレンズの製造にはあまり適していないが、その理由は、領域が深くなるほど（例えば、レ

ンズの厚い部分内の領域）、鑄型表面に近接した領域よりゲル化する速度が遅くなる傾向があるからである。

キセノン光源を使用すると比較的高い強度を達成できるので、レンズ形成材料中により深く侵入することおよび／またはその飽和を実現し、これによって従来の暴露始動式硬化におけるよりも厚いレンズを均一に硬化することができる。活性化暴露無しで反応が進行するにつれて、レンズ形成材料が紫外線の高強度パルスによって暴露され、次に、減衰した紫外線または暗黒に曝される場合により均一なゲル化が発生する傾向がある。約+5.0から約-6.0までの間およびそれ以上のジオプトリ値を有するレンズを硬化させてもよい。サンプル全体にわたって光線を分配することは、なにかを硬化させる場合、特に比較的高い強度の光

線でゲル化が誘導される場合には緊急的な重要性は落ちると信じられている。このレンズ形成材料は、比較的高い強度のパルスの中に送出されるエネルギーより低い時間当たりのエネルギー量を吸収することしかできないことがあり得る。レンズ形成材料は、高強度フラッシュ光源から送出される光線から見て「過剰飽和」されることがある。1つの実施の形態では、キセノン光源を用いて、約-4.0から約-6.0までの間のジオプトリ値を有するレンズを硬化させている。1つの実施の形態では、キセノン光源を用いて、約+2.0から約+4.0までの間のジオプトリ値を有するレンズを硬化させている。

1つの実施の形態では、2つ以上のキセノン光源を同時に用いて、紫外線パルスでレンズ形成組成物に暴露している。このような実施の形態を図28に示す。キセノン光源980aおよび980bを、パルスが実質的に同時にレンズの前部面および背部面に向けて暴露されるように鋳型チャンバー985の回りに位置させてもよい。鋳型チャンバー985が鋳型を縦方向の適切な位置に保持して、キセノン光源980aからのパルスが第1の鋳型部材の面に暴露され、同時に光源980bか

らのパルスが第2の鋳型部材の面に暴露されるようにするのが好ましい。1つの実施の形態では、キセノン光源980aが紫外線パルスでレンズの前部表面に暴露する以上に、キセノン光源980bは紫外線パルスでレンズの背部表面に暴露する。キセノン光源980aおよび980bを適切に構成する一方、チャンバーに光線を暴露するようにしてもよい。

1つの実施の形態では、キセノン光源および比較的低い強度（例えば蛍光灯）光源を用いて、鋳型チャンバーに紫外線を同時に暴露している。図27に示すように、キセノン光源980は、鋳型チャンバー984の一方の側に紫外線を暴露すると同時に、低強度蛍光光源982が鋳型チャンバーの他方の側に紫外線を暴露するようにしてもよい。蛍光光源982は、コンパクトな蛍光「光線バケット」すなわち拡散型蛍光ランプを含んでもよい。蛍光光源は、キセノン光源が紫外線パルスを送出するように、連続したまたは実質的にパルス化された紫外線を送出してもよい。蛍光光源は、約0.1ワット/cm²未満の比較的低い強度を有

する連続紫外線を送出する。

本発明による方法によって、鑄造して完成させるレンズを硬化させるために用いられるのと同じ材料から高質量の半完成品のレンズを硬化させることができる。その双方ともこの特許の目的にかなう「眼鏡レンズ」であると考えられる。これらの方法もまた、他のさまざまなレンズ形成材料を硬化させる目的で使用してもよい。本発明による方法を用いて、半完成品レンズだけでなく鑄造して完成させるレンズの製造にも成功している。

パルスによる方法例1：中圧蒸気ランプの使用

眼鏡レンズは、活性化出力光源（すなわち、本書にすでに述べたUVEXSモデル912）として中圧の水銀蒸気ランプを利用して紫外線で硬化させることに成功

した。硬化用チャンバーは、1インチ当たり約250ワットの電カレベルで動作する6インチの中圧蒸気ランプおよび、非常に反射性の高い収束ずれダイクロイック反射体を含んでいた。高いパーセンテージ値の赤外線暴露が、硬化させる材料に向けて暴露されないように反射体の本体を通して通過させられた。硬化用チャンバーはさらに、ランプ下でサンプルを移送させる運搬メカニズムを含んでいた。この硬化用チャンバーによって、移送メカニズムは、サンプルがランプ下を暴露ゾーンを完全に通って移動するように台車がサンプルをチャンバーの前部から後部に移動させるように設定された。次に、サンプルはこのゾーンを通して再度チャンバーの前部に移送させる。このようにして、サンプルには、1サイクル当たり2回だけ別個に暴露された。以下に説明するように、1回の通過はこのような2つの別個の暴露によって構成される。1回の通過で、XRL340B検出器を装備したInternational Light IL1400暴露計を用いてサンプル平面上で測定して約275ミリジュールの暴露量が与えられた。

レンズ空洞は同じ鑄型レンズ形成組成物および、以下に示すパルス化方法例2のガasketを用いて生成された。レンズ形成材料を包含する反応セルが、凸形状鑄型のエッジがランプの平面から約75mmの距離に存在するように支持ステージ上に置かれた。次に、レンズ空洞は、鑄型の背部表面に暴露される2回の通

過およびその直後の鋳型の前部表面に暴露される1回の通過から成る1連の紫外線暴露量に暴露された。これらの第1の暴露に次いで、反応セルは、空気温度が華氏74.6度、そして、セルの背部表面には毎分約15~25 s c fの空気流量で、セルの前部表面には15~25 s c fの空気流量で、パルス化方法例1で述べたようにFC-104チャンバー中で活性化暴露なしで5分間にわたって冷却された。次に、レンズ空洞は前部鋳型表面への1回の通過を受けて、6分間だけ冷却用チャンバーに戻っていた。次に、背部表面は1回の通過で暴露されてから、2分間だけ冷却さ

れた。次に、前部表面が2回の通過で暴露され3.5分間冷却された。前部表面および後部表面が2回の通過で暴露され、ガスケットが取り外されて、レンズのエッジが暴露された。次に、光重合開始剤をしみ込ませたポリエチレン薄膜の細片をレンズのエッジの回りに巻いて、前部表面と背部表面がそれぞれさらに3回の通過に暴露された。次に、セルの背部表面が、13分間にわたって前述の（伝導性加熱例1を参照）華氏約340度でホットプレート上でガラスビーズで充填された「豆袋」容器を用いて伝導製熱的鋳型内事後硬化デバイス上に置かれ、その後で、ガラス鋳型は完成品レンズから取り除かれた。完成品レンズは、-6.09ジオプトリという距離収束強度を示し、卓越した光学性を有し、収差はなく、直径は74mmで、中心部の厚さは1.6mmであった。冷却ステップの間は、プローブサーミスタは、反応を監視するためにガスケット壁の外部に対面して置かれた。結果を以下に要約する。

紫外線照射量	紫外線照射後経過時間 (分、概算)	ガasket壁面温度 (華氏)
背部表面に2通過、前部 表面に1通過	0	未記録
	1	80.5
	2	79.7
	3	79.0
	4	77.1
	5	76.2
前部表面に1通過	0	未記録
	1	83.4
	2	86.5
	3	84.6
	4	未記録
	5	81.4

	6	79.5
背部表面に1通過	0	未記録
	1	79.3
	2	79.0
前部表面の2通過	0	未記録
	1	78.4
	2	77.8
	3	77.0
	4	76.7

パルスによる方法例2：単1キセノンフラッシュランプの使用

眼鏡レンズは、活性化出力光源としてキセノンフラッシュランプを利用して紫外線で成功裏に硬化された。用いられたフラッシュランプは、テネシー州ナッシュビル市のPaul C. Buff社から入手可能なUltra1800 White Lightning写真用ストロボであった。このランプは、標準のホウケイ酸塩フラッシュ管の代わりに石英性フラッシュ管を用いることによって修正された。石英フラッシュ管が好ましい理由は、管内部のアーキで発生された紫

外線の一部がホウケイ酸塩ガラスによって吸収される傾向があるからである。このストロボは、同時にトリガし直径約73 mmのリングを形成するように置かれた2つの半球形状のフラッシュ管を有していた。写真撮影目的のモデリングランプを通常は包含しているランプの背後にある反射体の孔は、イリノイ州シカゴ市のUltra Violet Process Supply社からAlzacという商標名で入手可能な高度研磨紫外線反射材料の平坦な細片によって覆われていた。出力切換えスイッチは出力全開に設定されていた。1回のフラッシュで発生された紫外線エネルギーは、マサチューセッツ州ニューバリーポート市のInternational Light社から入手可能なInternational Light IL1700

型の研究用暴露計 (Research Radiometer) を用いて測定された。検出器のヘッドは、326 nmから401 nmまでの領域の出力光線に感知性を持つInternational Light XRL340Bであった。検出器のヘッドの窓は、フラッシュ管の平面から約35 mmの所に置かれ、管によって形成されるリング内のほぼ中心に置かれた。その結果、1回のフラッシュで約940マイクロワットの出力が示された。

鋳型空洞は、自身の内部周辺部の回りに隆起リップを保有するシリコンゴムのリングまたはガスケット中に丸い80 mm直径のクラウンガラスの鋳型を2つ置くことによって生成された。ガラス鋳型のエッジは隆起リップの上に静止し、作成されるレンズの形状中にシールされた空洞を形成していた。隆起リップの内部周辺部は完成品レンズのエッジに対応していた。第1の鋳型の凹形状表面は完成品レンズの前部表面に対応し、第2の鋳型の凸形状表面は完成品レンズの背部表面に対応している。2つのガラス鋳型が挿入されるゴムリングの隆起リップの高さによって、2つのガラス鋳型間の間隔を調整し、これによって完成品レンズの厚さを制御する。適切なガスケットならびに、さまざまな曲率半径を持つ第1および第2の鋳型を選択することによって、レンズ空洞を生成してさまざまな出力のレンズを生産することができる。

レンズ空洞は、407.20 mmの曲率半径を持つ凹形状ガラス鋳型および6

5. 26 mmの曲率半径を持つ凸形状ガラス鑄型を、空洞の中心で測定して1.8 mmという鑄型間隔を与えるガスケットの中に置くことによって生成された。約32 gのレンズ形成モノマーが空洞中に充填された。この試験に用いられたレンズ形成材料はOMB-91レンズモノマーであった。レンズ形成材料を包含している反応セルは支持ステージ上に適切に置かれて、凸形状鑄型のエッジの平面がフラッシュ管の平面から約30 mmの距離にあり、セルは光源の下にはほぼその中心が置かれるよ

うにされた。

次に、レンズ空洞の背部表面が、フラッシュごとに約4秒の時間間隔をおいて5回の第1の連続フラッシュに暴露された。次に、セルがひっくり返されて、その前部表面が、フラッシュごとに約4秒の時間間隔をおいて4回のみフラッシュに暴露された。第1セットのフラッシュを背部表面に暴露して材料の硬化を適切に開始して、液体モノマー中のあらゆる気泡が空洞のエッジからレンズの光学ゾーンの中心にまで移動しないようにすることが好ましい。この最初の9回のフラッシュに次いで、反応セルは、上述のFC-104チャンバー中でなんの活性化暴露もなしで5分間にわたって冷却された。反応セルを冷却するために、華氏71.4度の温度で毎分約15~25 s c fの流量で空気がセルの背部表面に当てられ、華氏71.4度の温度で毎分約15~25 s c fの流量で空気が前部表面に当てられた。次に、レンズ空洞の背部表面にさらに1回フラッシュが暴露されてから、4分間にわたって冷却用チャンバーに戻された。

次に、セルはその前部表面が1回のフラッシュに暴露されてから、冷却用チャンバーで7分間にわたって冷却された。次に、セルはその前部表面と背部表面がそれぞれ1回ずつフラッシュに暴露されてから、3分間にわたって冷却された。次に、セルはその前部表面と背部表面がそれぞれ2回ずつフラッシュに暴露されてから、4分半にわたって冷却された。次に、セルはその背部表面と前部表面がそれぞれ5回のフラッシュに暴露され、ガスケットが取り外されてレンズのエッジが暴露された。次に、光重合開始剤 (Irgacure 184) をしみ込ませたポリエチレン薄膜の細片がレンズのエッジの回りに巻かれ、セルはさらにその

前部表面が5回だけフラッシュに暴露されてから、背部表面が15回のフラッシュに暴露された。次に、セルの背部表面が、13分間にわたって、すでに述べたように（上記の伝導的加熱の例を参照）伝導性熱鑄型内デバイス（例えば、華氏約340度でホットプレ

ート上でガラスビーズで充填された「豆袋」）上に置かれ、その後で、ガラス鑄型が完成品レンズから取り除かれた。完成品レンズは、距離焦点合わせ強度が-6.16ジオプトリであり、二重焦点付加出力が+2.55であり、光学系は卓越したものであり、収差はなく、直径が74mmであり、中心部の厚さは1.7mmであった。冷却ステップの間、小型の表面プローブサーミスタがガasket壁の外側に対面して置かれて、反応が監視された。その結果を以下に要約する。

照射量	照射からの経過時間 (分)	ガスケット壁面温度 (華氏)
背部表面に5回フラッシュ、前部表面に4回フラッシュ	0	未記録
	1	未記録
	2	78.4
	3	77.9
	4	76.9
	5	75.9
背部表面に1回フラッシュ	0	未記録
	1	76.8
	2	77.8
	3	78
	4	77.8
前部表面に1回フラッシュ	0	記録なし
	1	79.4
	2	81.2
	3	81.1
	4	79.7
	5	78.7
	6	77.5
	7	77.4
前部表面に1回フラッシュ、背部表面に1回フラッシュ	0	未記録
	1	78.8
	2	78.8
	3	78.0
前部表面に2回フラッシュ、背部表面に1回フラッシュ	0	未記録
	1	80.2
	2	79.8
	3	78.3

	4	76.7
	5	76.3

さらなる改良

改良型紫外線レンズ硬化装置

図30に、紫外線レンズ硬化装置400の1つの実施の形態の概略図を示す。この装置は、紫外線を発生してレンズセル52に向けて暴露するための第1の光発生器402および第2の光発生器404を含むのが好ましい。第1の光発生器402は第1のレンズセルの鋳型部材に向けて紫外線を暴露するような構成であ

り、第2の光発生器404は第2の鋳型部材に向けて紫外線を暴露するような構成になっているのが好ましい。光発生器402および404は紫外線を連続的にレンズセルに向けて暴露する中圧の水銀ランプであつたり、レンズセルに紫外線パルスを送出するストロボ光源であつたりする。1つの実施の形態では、ストロボ光源は、石英製のフラッシュ管を有するキセノン光源である。ある代替実施の形態では、ストロボ光源は、例えばホウケイ酸塩製のフラッシュ管を有するキセノン光源である。

本装置は、シャッターシステム950（図7を参照）およびプログラム可能ロジックコントローラ952を含んでもよい。シャッターシステムは、複数の鋳型部材の内の少なくとも1つに向けて暴露される紫外線の少なくとも一部分を遮断するようなものであることが好ましい。プログラム可能ロジックコントローラ952はシャッターに連結されて、シャッターシステムを起動するようなものであることが好ましい。シャッターは、伸張してレンズセルに向けての紫外線の通過を遮断し、さらに、後退してレンズセルに向かう紫外線の通過を許可するようなものであることが好ましい。

装置400は、暴露チャンバー407を実質的に取り囲む空気マニホールド400

6を含むのが好ましい。空気分配デバイス94は、空気マニホールドの表面上に置かれて、複数の鋳型部材の内の少なくとも1つの部材の非鋳造表面に向けて空気を暴露するようなものであることが好ましい。暴露チャンバーは空気プレナム412と連通するのが好ましいが、このプレナムは「排出空気」を暴露チャンバーから暴露して排除する。本書に述べるように、「排出空気」とは、鋳型空洞内に含まれているレンズ形成材料から熱を除去するために少なくとも1つの鋳型部材に接触した空気を意味するものと解釈される。レンズセルは、暴露チャンバー中に挿入される前にレンズ引き出し410のレンズホルダー内に固定するのが好ましい。このレンズ引き出しは暴露チャンバーに対して挿入と取り外しが可能であるが、暴露チャンバー中に挿入されたときに空気マニホールドと一緒にあって実質的に気密性のシールを形成するようなものであることが好ましい。

装置400は、空気が空気分配デバイス94からレンズセルにまで通過する以前に空気の温度を下げる（さらに、好ましくは、その温度を周辺温度未満にまで冷却する）ための第1の冷却用アセンブリ414および第2の冷却用アセンブリ416を含むのが好ましい。図32に、暴露チャンバーと冷却用アセンブリの断面図を示す。暴露チャンバー408は実質的に気密なシールによって密閉されて、冷却用空気がチャンバーから逃げないようにするのが好ましい。1つの実施の形態では、部材420および422は空気分配デバイスの上に置かれて、実質的に気密なシールを形成している。部材420は、光発生器402と第1の鋳型部材の間に置かれ、部材422は光発生器404と第2の鋳型部材の間に置かれるのが好ましい。部材420と422はプレートでもよく、それぞれ光発生器402と404から送出された紫外線に対して実質的に透明であるのが好ましい。1つの実施の形態では、部材402と404は実質的に透明なホウケイ酸塩ガラスである。ある代替実施の形態では、部材402と404は、レンズセルに暴露された紫外線を拡散させる光拡散器

である。この光拡散器は、ガラスを「つや消し」するために砂吹きされたホウケイ酸塩ガラス製であることが好ましい。ある代替実施の形態では、部材402と404は石英ガラス製であり得る。

1つの実施の形態では、冷却アセンブリ414と416は熱電冷却システムである。冷却アセンブリ414を用いて、第1の鋳型部材に向けて暴露される空気を冷却させ、冷却アセンブリ416を用いて、第2の鋳型部材に向けて暴露される空気を冷却させてもよい。これらの冷却アセンブリの寸法は、空気の温度を約0℃から約20℃までの間の温度に冷却するような値であることが好ましい。

冷却アセンブリ414は、温度差を生じさせて空気を周辺温度未満にまで冷却させる熱電モジュール422を含むのが好ましい。例示の熱電モジュールを図33に示す。熱電モジュールは直流電源440に接続するのが好ましい。熱電モジュールは半導体ウェハであり、金属被覆446を包含する1対のセラミックプレート448および450の間に置かれた複数の半導体pn結合を包含するのが好ましい。このpn結合は、熱的には並列に、電気的には直列に接続されているの

が好ましい。この熱電モジュールは単一ステージでもカスケードモジュールでもよい。熱電モジュールが直流電源に接続されると、ある現象（すなわち「ペルチェ効果」）が発生して、熱が低温側448上で吸収されて高温側450から消費される。電流の流れを逆転させて、側448で熱を消費させ、同時に側450で熱を吸収させるようにしてもよいことが理解されたい。

ミシガン州トラバース市にあるTellurex社から入手可能な「熱電工学への招待」(An Introduction to Thermoelectrics)という題名の文書ではこのような熱電モジュールを述べており、全体を引用して本明細書の一部とする。ミネソタ州メネアポリス市のSupercool社から入手可能な「冷却させるための熱電関係のバイブル」(A Thermoelec

tric Bible on How to Keep Cool)という題名のパンフレットもまた熱電モジュールについて述べており、全体を引用して本明細書の一部とする。

図31において、熱電モジュールの上に向いている側面は高温側である。冷却アセンブリ414は、熱電モジュールから熱消散を容易にするために高温側に結合した放熱器428を含むことが好ましい。放熱器は直接高温側に結合してもよく、または比較的高熱伝導の部材を介して間接的に高温側に結合してもよい。図31において、放熱器は間接的に伝導性ブロック424によって高温側に結合されている。断熱材426は、十分に熱電モジュールと熱伝導ブロックを取り巻いているのが好ましい。1つの実施の形態では、ファン434が熱電モジュールからの熱消散速度を増すため、放熱器428全体に空気を吹き付けるのに用いられている。放熱器は、熱伝導表面の役目をする複数のフィンを含むことが好ましい。

熱電モジュールの低温側は、レンズセルに向けられた空気を冷却するために熱を吸収するように放熱器430の冷測面に結合されるのが好ましい。放熱器の低温側は空気コンジット453中にあるのもよく、空気がそれを冷却するために通過する複数のフィンを含有することが好ましい。

冷却アセンブリ416は、第2の熱電モジュール423、第2の熱伝導ブロック425、第2の高温側放熱器429と第2のファン435を含むのが望ましく、そのそれぞれは、冷却アセンブリ414の中に含まれる上述した素子のように操作してもよい。代替の実施の形態として、冷却アセンブリ414と416は、第2の鋳型部材に向けられた空気と異なった温度にするために第1の鋳型部材に向けられた空気と独立して操作可能であってもよい。

第1の送風機432は、空気分配デバイス94aに伝達する空気コンジット453を通して空気を向ける装置であるのが好ましい。第2の送風機433は、空気分

配デバイス94bに伝達する空気コンジット454を通して空気を向ける配置が好ましい。ここに記述する“送風機”とは、コンジットを通して空気のような流体を動かすために操作可能などんなデバイスをも意味するものである。第1の送風機は第1の鋳型部材の非鋳造面の全体に分配されるよう空気を動かすのが好ましい。第2の送風機は第2の鋳型部材の非鋳造面の全体に分配されるよう空気を動かすのが好ましい。少なくとも1つの鋳型部材の非鋳造面に接触する排出空気は、空気プレナム412から、空気分配デバイス94aおよび94bに再生利用するための送風機432および433を通過させることが好ましい。それぞれの熱電モジュールは、毎分約1～30立方フィートの加熱排出空気を約0～20℃の温度に冷却するためにサイズを定められるのが好ましい。

代替の実施の形態として、冷却アセンブリを周囲の温度または周囲の温度以上の温度の再循環空気の温度を下げるために用いてもよい。冷却アセンブリは、冷却空気が周囲の温度以上の前もって決められた温度レベルを超える時に始動してもよい。

熱電の冷却システムは、従来の冷却システムより、より静かに、より効率的に、より信頼できるように稼働することがわかった。閉じられた冷却ループを通して排出空気を再循環することは、空気プレナム412中の排出空気が周囲の温度未満の温度を持つため、冷却システムの熱負荷を減らす傾向がある。

1つの実施の形態では、手動または自動的に装置400の制御操作するために

制御パネル418が操作可能である。制御パネルはシステム変数と、空気コンジット、暴露チャンバー、空気プレナム中の種々の場所における冷却空気の温度を示すデジタルディスプレイ415の自動的な制御のための電子コントローラを含むことができる。制御パネルは、温度センサー460、462、464からの電子信号を受信するために適合しているのが好ましい。空洞も同じくその中に置いた温度センサ

ーを保持するため伝導性ブロック424と425の中に形成してもよい。送風機432と433を始動するか始動しないか、冷却アセンブリに係合するか係合しないかは、制御パネル上のスイッチまたはプログラム可能ロジックコントローラによって制御されてもよい。鋳型部材全体に通過する空気の流量は、制御パネルによって調節することができ、または流量は送風機432と433の稼動中に一定の速度に維持することもできる。

プログラム可能ロジックコントローラ417は制御パネル中にあってもよい。コントローラ417は、紫外線が少なくとも1つの鋳型部材に対して複数のパルスを向けるような光発生器402と404の操作を独立して制御するために適合していることが好ましい。コントローラ417は、前もって決められた時間が硬化サイクルを最適化するためにそれぞれのパルス間に経過するように、プログラムできることが好ましい。コントローラ417は、それによってレンズ形成組成物の重合の速度と発熱の熱発生を制御して、ストロープを硬化サイクルを通して前もって決められた時間発光させるように適合していることが好ましい。十分に機能する1つのプログラム可能ロジックコントローラとしては、Relay Sixリレー基板付きのLittle Star Microcontrollerで、両方共、カリフォルニア州デービス市のZ-World Engineering社から入手可能である。ストロープの発光シーケンスはダイナミックCプログラム言語で書くことができる。Ultra1800 White Lighting写真用ストロボは、テネシー州ナッシュビル市のPaul C. Buff社より入手可能で、十分に機能することがわかった。

装置400の実施の形態として、前のセクションで上述された好ましい実施例

の方法と装置を一緒にしてもよいことは理解されたい。

改良型レンズ硬化装置例

－5. 98ジオプトリの曲率半径と+2. 50ジオプトリの二重焦点付加出力を持っているフラットトップ二重焦点鋳型28の80mmの直径ガラスは、イソプロピルアルコールと蒸留水の等量混合物を噴霧され、リントフリーのペーパータオルで拭いて乾燥させた。鋳型は、+4. 11ジオプトリの曲率半径を所有している清浄な凸形状の鋳型と共にシリコンゴムガスケットに組み立てられた。隆起したリッププレゼントがゴムガスケットの内部の円周の上の中心点において2つの鋳型の間に4. 2mmの間隔を提供した。

鋳型／ガスケットアセンブリは充填ステージの上に置かれ、ガスケットのエッジは、空洞をケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能な14. 4グラムのOMB-91レンズ形成組成物で満たすよう剥離された。ガスケットのエッジは、鋳型のエッジでそのシール関係に戻り、余分のレンズ形成組成物は、吸引デバイスで背部鋳型の非鋳造表面から吸引除去された。充填された鋳型／ガスケットアセンブリは、充填ステージからストロブ硬化チャンバーのレンズ引き出しに取り入れるステージまで移された。アセンブリは図34に示された暴露サイクルによりその側面の両方に暴露処理され、それはプログラム可能ロジックコントローラによって制御された。ストロブの出力設定は最大出力に調整された。

暴露の間、レンズセルは連続的に送風機によって再循環された空気の流れにさらされて、図31と32で示される熱電気冷却モジュールによって冷却された。サイクルの始めでは、空気温度は華氏68度であり、サイクルの終わりでは華氏73度と測定された。空気温度は、主にシステムに加えられたストロボフラッシュランプとレンズ形成組成物によって発生した両方のからの熱により華氏90度と同じぐらい高い温度までサイクルの残りの間に変化した。この実験で用いたものより大きい容量を持つ熱電冷却器の使用によって、空気の操作温度が十分に周囲の温度より

下げられ、硬化サイクルが短くできることが予想される。

鑄造セルは、その凸表面が上方に向くようにチャンバー内で回転させられ、凸表面に13回、凹表面に10回のフラッシュ暴露をした。鑄造セルはストロボチャンバーからはずされ、ガスケットはアセンブリからはがされ、残りの未硬化の材料がレンズの暴露したエッジから拭き取られた。セルはその凹形面が上を向く状態でチャンバーに戻され、凹表面に13回、凸表面に10回の追加フラッシュ暴露をした。

前部および背部鑄型の両方の非鑄造の表面は、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能な熱伝導パッドに接触する位置に華氏約150～200度の温度で10分間置かれた。アセンブリは熱伝導パッドからはずされ、背部鑄型はわずかな衝撃で適切なサイズの楔からはずされた。前部鑄型に取り付けられたレンズは、室温において水の容器に置かれ、レンズは前部鑄型から分離された。完成品のレンズはイソプロピルアルコールと水の等量混合物を噴霧した後、乾燥するように拭かれた。完成品のレンズは、中心で4.0 mm厚で、直径7.4 mmであった。レンズは、焦点出力が+1.98, -0.002 Dで、+2.54 Dの二重焦点の付加出力を持ち、良好な光学的品質を有し、黄変していなかった。

改良レンズ硬化プロセス

紫外線で眼鏡レンズを硬化する時、レンズ形成組成物のゲル化パターンがレンズの光学的品質の結果に影響を与えると思われる。もし重合プロセスの早い段階の間に鑄造空洞に含有するモノマーが受ける光強度に局地的な不連続があるなら、光学的な歪みが最終製品で見られるかもしれない。より高出力のレンズは、定義によって、同じ直径の低出力のレンズより、ある特定の領域でより厚い。鑄造空洞の鑄型面に最も近いレンズの層は、レンズ形成組成物が付随する若干の光を吸収するので、深い層より高い光強度を受ける傾向がある。これは重合の開始を、外の層と比較し

てより深い層で遅れさせて、最終製品で光学的な歪みを起こし得る。それはこの異なった硬化速度と同時に熱発生量の相違があると思われ、特に、空洞における

より深い領域では外側の領域がすでに硬化した後に熱を発生して、熱除去の有効性は損なわれ、最終製品で光学的な波うちと歪みの一因になるかもしれない。この現象は、特に高出力の正值のレンズに見られ、このような欠陥の拡大によるものである。

1つの実施の形態では、鑄造空洞に含有するレンズ形成組成物は、反応を開始するに十分な時間の間比較的高い強度の紫外線に暴露される。暴露は、レンズ形成組成物の重合が、相当な量の熱を発生するのに十分に進む前に、終えられる。この初期の比較的高い強度暴露は、硬化されているレンズの内層と外層の間の反応速度の相違が少なくなるように十分均一に材料を鑄造空洞の中でゲル化し、それにより特に高ジオプトリ出力の正值のレンズに対して、反応を開始する連続的な低強度暴露を用いる時にしばしば見られる波打ちと歪みを排除するのに、用いられるのが好ましい。

1つの実施の形態例では、紫外線の比較的高強度暴露はパルス形状にてレンズ形成組成物に暴露される。パルスは約10秒未満、望ましくは約5秒未満、さらに望ましくは約3秒未満の持続時間であることが好ましい。パルスは少なくとも約10ミリワット/cm²より望ましくは少なくとも約100ミリワット/cm²、さらに望ましくは約150ミリワット/cm²から約250ミリワット/cm²までの間の強度であることが好ましい。すべてのレンズ形成組成物が、比較的高い強度の紫外線の初期暴露の後にゲルを十分に形成することが好ましい。1つの実施の形態では、比較的高い強度の紫外線の初期暴露の間にレンズ形成組成物の発熱反応によって不十分な熱量以上の何も発生しない。

この初期の高い強度暴露に次いで、鑄造セルの中に含まれる材料の第2の暴露ステップが行われ、冷却流体が少なくとも1つの空洞を形成している鑄型の非鑄造表

面に向けられる間は比較的低い強度において比較的に長い時間暴露処理されるのが好ましい。冷却流体がレンズ形成組成物の重合によって発生した熱を取り除くのが好ましい。もしこの第2の暴露ステップの間に紫外線の強度が強すぎると、熱発生速度も速すぎる傾向があり、レンズは早々に鑄型の鑄造表面から排出され

および／またはひび割れするだろう。同様に、もしレンズ形成組成物からの熱除去の速度があまりにも遅いと、レンズは早々に排出されおよび／またはひび割れするだろう。レンズ形成組成物を含んでいる鋳型／ガスケットアセンブリは、紫外線の初期の暴露の後のできるだけ直後に冷却環境の中で置かれることが好ましい。

1つの実施の形態では、第2の暴露ステップの間にレンズ形成組成物に暴露される紫外線は、約350マイクロワット/cm²以下で、より望ましくは約150マイクロワット/cm²以下、さらに望ましくは約90のマイクロワット/cm²から約100マイクロワット/cm²までの間であることが好ましい。第2の暴露ステップの間、紫外線はレンズ形成組成物に望ましくは連続的にまたはパルスで用いてもよい。半透明の高密度ポリエチレン板が、好ましい範囲内まで紫外線の強度を減らすために紫外線の発生器と少なくとも1つの鋳型部材の間に置いてもよい。

1つの実施の形態では、第2の比較的低強度の暴露ステップに次いで、比較的高強度の紫外線が第3の暴露ステップとしてレンズの後硬化のためレンズ硬化組成物に応用される。3番目の暴露ステップにおいて、組成物は連続的に暴露処理されてもよいが、その代わりに紫外線のパルスがレンズ形成組成物に向けられるのが望ましい。パルスは少なくとも約10ミリワット/cm²、より望ましくは少なくとも約およそ100ミリワット/cm²、さらに望ましくは約100ミリワット/cm²から約150ミリワット/cm²までの間の強度を持っているのが好ましい。

上述の暴露ステップのそれぞれは、第1と第2の鋳型部材のそれぞれを通して紫外線に向けられることによって行われるのが好ましい。眼鏡レンズは、全部で30

分未満の時間で硬化されるのが望ましく、ひび割れ、光条、歪み、曇り、黄変のないことが好ましい。

上述された諸方法は、連続的な低強度暴露で現在達成可能なそれらを越えて、規定こと項範囲内でレンズ全体の生産を可能にすると信じられる。その方法は、

最終製品レンズで従来の方法と比較して光学的歪みの発生率の少ないことを、比較的高いか、または低い出力のレンズの硬化で実践することができる。上述された諸方法を単独で用いるか、または前のセクションに記述された好ましい実施の形態の諸方法と装置を複合して用いてもよいことは理解されるはずである。

改良硬化プロセス例

— 6. 00ジオプトリの呼び曲率半径と+2. 50ジオプトリの二重焦点付加出力を持っている直径80mmのガラス速続付加鋳型が、等量のイソプロピルアルコールと蒸留水の混合物を噴霧され、リントフリーなペーパータオルで拭いて乾燥させた。速続鋳型は、180度経線に沿った直径で68mmと90度経線に沿った直径で65mmの光学ゾーンを提供するために凸レンズ状にされた。鋳型の非鋳造面は、スピンドルに付けられた吸盤に取り付けられた。スピンドルは、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なFast Cast UX-462 Flash Cure Unitにある回転デバイスの上に置かれた。1インチの直径の液体の下塗り塗料溜めから、ほぼ0. 040インチのオリフィス直径のズルが設置された柔らかいポリエチレンのビンから圧搾され水平に置かれたガラス鋳型の中心に分配された。下塗り塗料の成分は、以下に詳細に論じられる（引っかき抵抗性レンズ形成プロセス例を参照のこと）。

回転モータはおよそ850～900回転/分のスピードで鋳型を回転させるように係合され、それは液体材料を鋳型の表面上に拡げさせた。その直後、更に1

5～2. 0グラムの下塗り塗料の定常流が、鋳型の表面から約12mmで45度の角度に位置したノズルチップにより、流れが鋳型の回転方向に沿うように回転する鋳型の鋳造面に分配された。下塗り塗料の流れは、最初は鋳型表面の中心に向けられ、次に中心から鋳型表面のエッジに向かう方角に鋳型表面の半径に沿って分配した。下塗り塗料に存在する溶剤は、鋳型が回転する間の8～10秒間で蒸発した。回転を止めて、鋳型上の下塗り塗料コートは2つのUX-462 Flash Cure Unitの中圧水銀蒸気ランプからの紫外線の合計約300 mJ/cm²の出力暴露によって硬化された。

回転モータは再び契合され、ほぼ1.5～2.0グラムのHC8-Hハードコート剤が、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能（以下の記述を参照のこと）、下塗りコートと類似の方法で回転している鋳型に分配された。HC8-Hに存在している溶剤は、鋳型が回転する間の25秒間で蒸発した。回転が止められ、HC8-Hコート剤は下塗りコートと同じ方法で硬化された。

鋳型はFlash Cure Unitから取り除かれ、シリコンゴムガスケットの中に+2.00ジオプトリの曲率の半径を所有する清浄な凸形状の鋳型と共にアセンブルされた。ゴムガスケットの円周内部にある隆起したリップは、中心点の2つの鋳型の間に6.3mmの間隔を提供した。鋳型／ガスケットアセンブリは充填ステージの上に置かれ、ガスケットのエッジは空洞が、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なOMB-91レンズ形成組成物で充填されるために剥離された。ガスケットのエッジは、鋳型のエッジでのそのシール関係に戻り、余分のレンズ形成組成物は吸引デバイスにより背部鋳型の非鋳造の表面から吸引除去された。充填された鋳型／ガスケットアセンブリはUX-462 Flash Cure unitのステージの上に置かれ、6インチの中圧水銀蒸気ランプからの合計約600mJ/cm²の4回の暴露を受けた。

この高強度紫外線の初期の暴露の直ぐ後に続いて、アセンブリはFC-132硬化チャンバーに移され、鋳造セルが非常に低い強度の紫外線で8分間の暴露処理する間に華氏42度の温度を持つ空気の流れに連続的に暴露された。光強度は約90マイクロワット/cm²以上、約95マイクロワット/cm²未満と測定された、それは製造者によって要求された正のレンズ光分配パターン未満である。ランプラックは典型的に標準15分の硬化サイクルのために約300マイクロワット/cm²の強度を持つ紫外線を与えるように設定されている。紫外線強度の減少は、正のレンズ光分配板とともに半透明の高密度ポリエチレン板を光分配フィルター板スロットに挿入することによって達成された。半透明の高密度ポリエチレン板が前部鋳型部材と1つの光分配プレートの間に、背部鋳型部材と他の光分配プレートの間に置かれた。

アセンブリはその後 $UX-462FlashCureUnit$ に戻され、背部鑄型の非鑄造の表面は合計暴露量約 1150 mJ/m^2 の高強度UV光の4回の暴露を受けた。ガスケットはアセンブリから取り外され、残りの未硬化材料はレンズの暴露したエッジから拭かれた。酸素バリア細片（ポリエチレン）がレンズのエッジの周りを包み、鑄型は、合計して 2300 mJ/cm^2 の後部鑄型の非鑄造の表面へさらに8回のフラッシュに続いて前部鑄型の非鑄造の表面にさらに2回の合計して 575 mJ/cm^2 の高強度紫外線の暴露量に暴露された。

背部鑄型の非鑄造の表面は、ケンタッキー州ルイビルの $FastCast$ 社から入手可能な熱伝導パッドに華氏約 $150\sim 200$ 度の温度で13分間接触して置かれる。アセンブリは熱伝達パッドから取り除かれ、背部鑄型は、わずかな衝撃で適切にサイズを定められた楔によって取り除かれた。レンズを固定した前部鑄型は室温の水の容器中に置かれ、レンズは前部鑄型から分離された。完成品のレンズはイソプロピルアルコールと水の等量混合物を噴霧され、拭いて乾燥させた。レンズ

は+2.50の付加出力を持つ+3.98ジオプトリを示し、透明で、非黄変、良好な光学的性質を示した。

改良型引っかかり抵抗性レンズ形成プロセス

「鑄型内」方法には、液体コーティングを鑄型中に置いて次にそれを硬化させることによって眼鏡レンズ上に引っかかり抵抗性コーティングを形成するステップが含まれる。この鑄型内方法は「鑄型外」方法に勝っているが、その理由は、鑄型内方法は、コーティングの前側の不規則性として現れるコーティングの欠陥の発生率が低いからである。鑄型内方法を用いると、鑄型鑄造面の微細構造と平滑さを反復するような引っかかり抵抗性のコーティングが製造される。しかしながら、従来の鑄型内引っかかり抵抗性コーティングを用いる際に遭遇する問題は、微細な「ピンホール」がしばしばコーティング中に形成されるということである。ピンホールは、鑄型の汚染や硬化される前のコーティング上に落下する空中の粒子または後になって破裂するコーティングの塗布の間に形成される泡のいずれかによって引き起こされると信じられている。このようなピンホールの形成は、図3

5に示すような、フラットトップの二重焦点鋳型を使用する際には特に波及する。図示されるように、鋳型の主表面456の下にある二重焦点セグメント454の窪み452が鋳造面の平滑さを劣化させる。

コーティングが鋳型の面上に旋回コーティングされると、この窪みは鋳造面の均等な流れに対して障害となる。ピンホール欠陥は着色レンズで主として問題となるが、その理由は、レンズを着色するために使用された染料はピンホール中に侵入して、その結果、レンズの中で目に見える染料の小さなスベックを生じる。

本発明の1つの実施の形態によれば、第1のコーティング組成物、すなわち重合可能な「下塗り塗料」材料がフィルターを通過して、次に、鋳造面と非鋳造面を有

する鋳型部材内に置かれる。第1のコーティング組成物は、紫外線に暴露されると硬化するための光重合開始剤を含有するのが好ましい。次に、鋳型部材は、第1の組成物が鋳造面上に分配されるように回転される。鋳型部材は、毎分約750～約1000回転の速度で実質的に縦の軸の回りに回転させるのが好ましい。さらに、分配デバイスを用いて、鋳型部材が回転している間に追加の分量の第1の組成物を鋳造面上に加えるようにしてもよい。分配デバイスは、その追加の分量が鋳型部材の半径に沿って加えられるように、鋳型部材の中心からエッジにまで移動するのが好ましい。紫外線は、第1の組成物の少なくとも一部分を硬化させるために鋳型部材に暴露するのが好ましい。

次に、第2のコーティング組成物は鋳型部材中の第1の組成物上に置かれる。第2のコーティングもまた、光重合開始剤を含有するのであるから、紫外線に暴露されたら硬化が可能であることが好ましい。鋳型部材は再度回転されて、第2のコーティング組成物を第1のコーティング組成物の硬化した部分の上に分配する。鋳型部材もまた、第2の組成物を鋳型の部材に加えている間に同時に回転される。次に、紫外線は鋳型部材に暴露されて、第2のコーティング組成物の少なくとも一部分を同時に硬化させて、双方のコーティング組成物を有する透明な合成コートを形成するのが好ましい。この合成コートは実質的に引っかき抵抗性コーティングであることが好ましい。次に、鋳型部材は第2の鋳型部材と1緒にさ

れ、その間にシール用のガスケットを挟んで組み立てられる。したがって、最初の2つの鑄型部材によって共有される空洞を有する鑄型が形成される。ガスケットのエッジを排除して、レンズ形成組成物を空洞内に挿入してもよい。組み合わせコートおよびレンズ形成材料は互いに良好に固着するのが好ましい。このレンズ形成組成物は光重合開始剤を含有するのが望ましく、紫外線で硬化させるのが好ましい。周辺温度未満の温度を有するのが好ましい空気を第2の鑄型部材の非鑄造面に向けて暴露して、レンズ形

成組成物をそれが硬化中に冷却するようにしてもよい。

下塗り塗料コートは、高粘性モノマー、低粘性で低引火点の有機溶剤および適切な光重合開始剤システムの混合物を含有するのが好ましい。この溶剤は、この混合物の約80%以上を占め、約93%から96%を占めるのが好ましい。この混合物は低粘性を有するのが望ましく、例えば、フラットトップ型の二重焦点鑄型のセグメントラインの回転塗布の最中は、いかなる表面の不規則性をも覆うのが好ましい。低引火点溶剤は、比較的迅速に蒸発して、鑄型の面をコーティングする光重合開始剤を含有する高粘性モノマーの薄い層を残すようにするのが好ましい。硬化された下塗り塗料コートは柔軟であり、ガラス鑄型の面に良好に固着するのが好ましい。下塗り塗料コートは、柔軟であるため、引っかかり抵抗特性を有しない。しかしながら、高い引っかかり抵抗性の硬いコーティング（すなわち、第2のコーティング組成物）を下塗り塗料コートに塗布することによって、高い引っかかり抵抗性を持つ合成コートができあがるのが好ましい。このハードコートは、硬いコーティングを下塗り塗料上に分配するために鑄型部材が回転されると蒸発する溶剤を含有するのが好ましい。

一般に、理想的な下塗り塗料材料は次の特徴を有するのが好ましい。例えば、紫外線の存在しない状態で室温のような通常の保管条件下で化学的な安定性を示すこと。特にフラットトップ型二重焦点セグメントなどの不規則な表面上を良好に流れること。特定の紫外線暴露量で硬化されると、高い二重結合転化率（約80%を越える値）でひび割れのないコーティングを残すこと。特にフラットトップ型二重焦点鑄型のセグメント部が、レンズ形成硬化サイクルを通じて鑄型面に

固着すること。および、自身の頂部に次いで塗布されたハードコートに対して化学的に融和性がある、例えば、光学的に透明なコートを形成すること。ピンホールが下塗り塗料コートかハードコートのいずれかに存在する場合でさえ、1つのコート中の欠陥が

別のコート中の欠陥と同時に発生することはほとんど考えられない。コートは各々が他のコートの孔を覆って、合成コート中ではピンホールの数が減少するようにするのが好ましい。したがって、完成品の鋳型内コーティングされたレンズは、ピンホールによる問題なしで染料を用いて着色してもよい。それはまた、ひび割れや、黄変や、曇りや歪みが無いことが好ましい。

1つの実施の形態では、第1の鋳型部材と第2の鋳型部材の間に存在するガasketを、レンズ形成材料が硬化される前に取り外してもよい。ガasketの取り外しによってレンズのエッジが暴露されるのが好ましい。光重合開始剤を有する酸素バリアをレンズの暴露されたエッジの回りにおいてもよいが、この場合、酸素バリアの光重合開始剤はレンズ形成組成物の硬化されていない部分の近くに存在するのが好ましい。次に、追加の紫外線をレンズに向けて暴露して、酸素バリア光重合開始剤の少なくとも一部分によってレンズ形成材料の反応が始動するようにしてもよい。レンズが紫外線に暴露されている間は、酸素バリアによって、レンズ形成組成物の少なくとも一部分に酸素が接触しないようにするのが好ましい。

1つの実施の形態によると、実質的に固体である伝導性の熱発生源が複数の鋳型部材の内の1つにあてがわれる。熱は熱発生源から鋳型部材の面に伝導的に伝達され得る。さらに、熱は鋳型部材を介してレンズの面にまで伝導的に伝達され得る。

引っかき抵抗性レンズ形成プロセス例

本書では「下塗り塗料」と呼ばれる第1のコーティング組成物は、次の成分を重量%値で混合することによって製造された：

アセトン	: 93.87%
サートマー社から入手可能なSR-399	: 3.43%

(ジペンタエリトリールペンタアクリレート)

サートマー社から入手可能なCN-104 : 2.14%

(エポキシアクリレート)

Ciba-Geigy社から入手可能なIrgacure184 : 0.28%

(1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン)

Ciba-Geigy社から入手可能なDarocure1173 : 0.28%

(2ヒドロキシ-2メチル-フェニルプロパン-1-オン)

本書では「HC8-H」と呼ばれる第2のコーティング組成物は、次の成分を重量%値で混合することによって製造された。

1-メトキシ2-プロパノール : 84.69%

サートマー社から入手可能なSR601 : 9.45%

(ジペンタエリトリールペンタアクリレート)

サートマー社から入手可能なSR601 : 4.32%

(ビスフェニルA・エトキシレート・ジアクリレート)

Ciba-Geigy社から入手可能なIrgacure184 : 1.54%

(1-ヒドロキシシクロヘキシル1-フェニルケトン)

これらコーティング組成物は各々が、最初にモノマーを溶剤中に溶解させ、次に光重合開始剤を加え、よく混合し、最後に、使用に先立って組成物を1 μ mフィルターに通過させることによって製造された。

-6.00ジオプトリと+2.00ジオプトリの二重焦点付加出力の距離曲率半径を持つ80nm直径のガラス製の28mmのフラットトップ型鋳型に、等しい部の値を持つイソプロピルアルコールと蒸留水の混合物が噴霧された。このフラットトップ型鋳型は、リントフリーのペーパータオルで拭かれて乾燥された。

この鋳型の非鋳造面は、スピンドルに取り付けられている吸引カップに取り付け

られた。

このスピンドルは、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なFast Cast UX-462 Flash Cure装置内に備えられ

ている回転デバイス上に置かれた。

1 インチ直径のプールに満たした液体下塗り塗料を、水平に置かれたガラス鋳型の中心に分配された。この下塗り塗料は、約0.040インチのオリフィス直径を有するノズルを装備した柔軟なポリエチレン製の圧搾ボトルから分配された。回転デバイスの回転モーターが契合されて、毎分約850～900回転の速度で鋳型を回転させ、液体下塗り塗料が鋳型の面の上に塗られた。その直後に、追加の1.5～2.0 gの下塗り塗料材料が定常流で、回転鋳型の鋳造面上に分配された。この下塗り塗料の流れは、鋳型面から約12 mm離れて45度の角度に位置付けされたノズルの先端を持つ鋳造面上に送出された。ノズル先端のこの位置付けによって、流れは鋳型の回転方向に方向付けされた。下塗り塗料の流れは、最初に鋳型面の中心に向けられ、次に、中心から鋳型面のエッジに向かう方向に鋳型面の半径に沿って分配された。

下塗り塗料中の溶剤は、鋳型が回転している間に8～10秒間で蒸発した。この回転は停止され、鋳型上に残留した下塗り塗料コートは、U X - 4 6 2 F l a s h C u r e 装置内に含まれている中空水銀蒸気ランプから出力された紫外線に対する2回の暴露によって硬化されたが、この合計暴露量は約300 mJ / c m²であった。本書に引用するあらゆる光強度／暴露量の測定値は、双方ともマサチューセッツ州ニューバリーポート市のInternational Light社から入手可能なXLR-340B検出器ヘッドを装備したInternational Light IL-1400暴露計によって測定したものである。

紫外線に暴露されると、回転モーターは再度係合され、ケンタッキー州ルイビル

市のFast Cast社から入手可能なHC8-Hハードコートを約1.5～2.0 gほど、下塗り塗料コートとして同様に回転鋳型上に分配した。HC8-H中の存在する溶剤は、鋳型が回転している間に25秒間にわたって蒸発された。その回転は停止され、HC8-Hコートは下塗り塗料として同様に硬化された。

鋳型はFlash Cure装置から取り外されて、+7.50ジオプトリの曲率半径を有する清浄化された凸形状鋳型と組み合わされてシリコンゴム製のガス

ケット中に組み込まれた。ゴム製ガスケットの内部周辺部上に存在する隆起リップによって、中心点で2つの鑄型間の間隔が1.8mmとなった。この点では、鑄型／ガスケットのアセンブリは充填ステージの上に位置付けられ、ガスケットのエッジは剥離して折り返されて、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なOMB-91で空洞が充填される。ガスケットのエッジは鑄型のエッジとシール関係に戻り、レンズ形成組成物の残余は、吸引デバイスで背部鑄型の非鑄造表面から吸引されて除去される。

充填された鑄型／ガスケットのアセンブリは、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なFC-132硬化チャンバーに充填ステージから伝達される。チャンバー内に存在する間は、アセンブリは、メーカーが要求する負値のレンズの光分配パターンに従って、上方から約300マイクロワット/cm²、そして下方から約350マイクロワット/cm²で15分間にわたって両方側から連続的に暴露された。暴露の間は、鑄造セルは、華氏42度の空気の流れに連続的に暴露された。

鑄型／ガスケットのアセンブリは次に、UX-462Flash Cure装置に戻された。背部鑄型の非鑄造表面は、合計で約1150mJ/cm²の高強度紫外線の4回の照射に暴露された。ガスケットはアセンブリから取り外され、残留している未硬化の材料はレンズの暴露されたエッジから拭き取られた。酸素バリアの細

片（ポリエチレン）はレンズのエッジの回りに巻かれた。鑄型／ガスケットのアセンブリは高強度の紫外線にさらに2回暴露されたが、この場合、合計で575mJ/cm²は前部鑄型の非鑄造表面に暴露された。次に、さらに8回の紫外線暴露が背部鑄型の非鑄造表面に送出され、合計で2300mJ/cm²となった。

背部鑄型の非鑄造表面は、13分間にわたって華氏約150～200度の温度で、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能な熱伝達パッドと接触するように置かれた。鑄型／ガスケットのアセンブリは熱伝達パッドから取り外され、背部鑄型は適切な寸法を持つ楔による軽い衝撃によって取り外さ

れた。レンズを固定した前部鋳型は、室温水を容れた容器中に置かれた。水の中にある間に、レンズは前部鋳型から分離された。この時点で完成されたレンズには、同部数のイソプロピロアルコールと水の混合物が噴霧され、拭かれて乾かされた。

レンズはホルダー中に位置付けられ5分間にわたって加熱染料ポット中に置かれた。染料ポットは、フロリダ州マイアミ市のBrain Power社から入手可能なBPI Blackの溶液および蒸留水を華氏約190度の温度で含有していた。レンズは染料ポットから取り外され、タップ水ですすがれ、拭かれて乾燥された。レンズの合計可視光線吸収率は約80%だった。光テーブル上の審美的な欠陥を検査したところ、ピンホール欠陥は観察されなかった、さらに、レンズの背部表面によって吸収された青味は平滑で均等であった。

重合不可能引っかけ抵抗性コーティングプロセス方法

本明細書中において、「プリコート」と呼ぶ重合不可能なコーティング組成物は、次の材料を99.80重量%のアセトンと、Byk Chemie社から入手可能なスリップ剤であるBYK0300を0.20重量%だけ混合することによって製造された。

-6.00ジオプトリの距離曲率半径と+2.00ジオプトリの二重焦点付加出力を持つ80mm直径のガラス製のフラットトップ鋳型に、等しい部の値を持つイソプロピルアルコールと蒸留水の混合物が噴霧された。鋳型の非鋳造面が、スピンドルに固定されている吸引カップに取り付けられた。このスピンドルは、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なFast Cast UX-462 Flash Cure装置中に装備されている回転デバイス上に置かれた。

回転デバイスの回転モーターが契合されて、毎分約850～900回転の速度で鋳型を回転された。約2.0～3.0gのプリコートの定常流が、鋳型面から約12mmのところ度45度の角度で位置付けられたノズル先端で回転鋳型の鋳造面上に分配された。プリコート材料の流れは、第1に鋳型面の中央に向かう。次に、この流れは、中心から鋳型面のエッジに向かう方向に鋳型面の半径に沿っ

て分配された。ブリコートの意図する目的は、ガラス鑄型の湿り特性を改良して、HC8-H材料がその上により均等に流れるようにすることである。

ブリコート中に存在する溶剤はほとんど瞬間的に回転鑄型から蒸発して去り、約1.5～2.0gのHC8-Hハードコートが回転鑄型の鑄造面上に分配された。HC8-Hハードコートは、中心からエッジに向かう方向に鑄型面の半径に沿って鑄造面上に送出された。ノズル先端は、鑄型面から約12mmのところで45度の角度で位置付けられているために、流れは鑄型の回転方向に沿って進行していた。HC8-H中に存在する溶剤は、鑄型が回転している間に25秒間にわたって蒸発した。回転が停止し、HC8-Hコートが、UX-462 Flash Cure装置中に含まれている中圧水銀蒸気ランプから出力された紫外線に2回暴露されて硬化され、合計約300mJ/cm²となった。

鑄型がFlash Cure装置から取り外されて、+7.50ジオプトリの曲率半径を有する清浄化された凸形状鑄型と組み合わせられてシリコンゴム製のガスケット

ット中に組み立てられた。ゴム製ガスケットの内部周辺部上の隆起リップによって、中心点での2つの鑄型間の間隔は1.8mmとなった。鑄型／ガスケットのアセンブリは充填ステージ上に位置付けられ、ガスケットのエッジは剥離返されて、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なOMB-91レンズ形成組成物で空洞が充填された。ガスケットのエッジは、鑄型のエッジとのシール関係に戻された。レンズ形成組成物の残余は、吸引デバイスを持つ背部鑄型の非鑄造表面から吸引除去された。充填された鑄型／ガスケットのアセンブリは充填ステージから、ケンタッキー州ルイビル市のFast Cast社から入手可能なFC-132硬化チャンバーに伝達された。アセンブリは、メーカーが要求する負値レンズの光分配パターンに従って、上方から約300マイクロワット/cm²で、下方から約350マイクロワット/cm²で15分間にわたって両側から連続的に暴露された。暴露の間は、鑄造セルは華氏42度の温度を有する空気の流れに連続的に暴露された。

アセンブリは次に、UX-462 Flash Cure装置に戻された。背部

鋳型の非鋳造表面は高強度の紫外線に4回だけ暴露され、合計で約 $1150\text{ mJ} / \text{cm}^2$ となった。ガスケットはアセンブリから取り外され、残留の未硬化材料がレンズの暴露エッジから拭き取られた。酸素バリアの細片（すなわち、ポリエチレン）がレンズのエッジの回りに巻かれ、セルがさらに2回だけ高強度の紫外線に暴露されたが、この場合、合計で $575\text{ mJ} / \text{cm}^2$ が前部鋳型の非鋳造表面に暴露された。この後に、さらに8回の高強度紫外線がフラッシュされた。8回にわたるフラッシュによって背部鋳型の非鋳造表面が合計 $2300\text{ mJ} / \text{cm}^2$ だけ暴露された。

背部鋳型の非鋳造表面が、13分間にわたって華氏約 $150 \sim 200$ 度の温度で熱伝達パッドと接触するように置かれた。アセンブリは熱伝達パッドから取り外され、背部鋳型は、適切な寸法の楔による軽い衝撃によって取り外された。レンズが

固定された前部鋳型は室温の水を入れた容器中に置かれて、レンズが前部鋳型から分離されるようにした。この時点で完成されたレンズには、イソプロピルアルコールと水を互いに等しい部の値の持つ混合物で噴霧され、拭かれて乾燥された。

レンズはホルダー内に位置付けられ、5分間にわたって加熱染料ポット中に置かれた。染料ポットは、フロリダ州マイアミ市のBrain Power社から入手可能なB P I B l a c kと蒸留水の華氏約 190 度の溶液を含有していた。レンズは染料ポットから除去され、タップ水ですすがれてから拭かれて乾燥された。レンズの合計可視光線吸収率は約 80% であった。光テーブル上の審美的欠陥を観察したところ、いくつかのピンホール青味欠陥が観察された。これらの欠陥は直径が 0.2 mm から 0.05 mm までの範囲であるようであった。しかしながら、レンズの背部表面によって吸収された青味は平滑で均等であることがわかった。

本発明のさまざまな態様のさらなる修正例や代替実施の形態が可能であることは、本書の説明から当業者には明らかであろう。したがって、本書の説明は、単に図示的であり、当業者に対する教示目的としては、本発明を実行する一般的な

方法にすぎないと解釈すべきである。本書に図示し、説明した本発明の形態は現在好ましい実施の形態であると解釈されたい。他の素子や材料を本書に図示し、説明されたものの代わりに用いてもよいし、部品やプロセスを逆転させてもよいし、本発明のある種の特徴を独自に利用してもよいことは、本発明に関する本書の説明から得られる利益を有した後の当業者には明らかであろう。本書に述べた素子や組成物または、上記の方法の特定の特徴や一連の特徴を、次に示すクレームに説明される本発明の精神と範囲から逸脱することなく変更することが可能である。

【図 1】

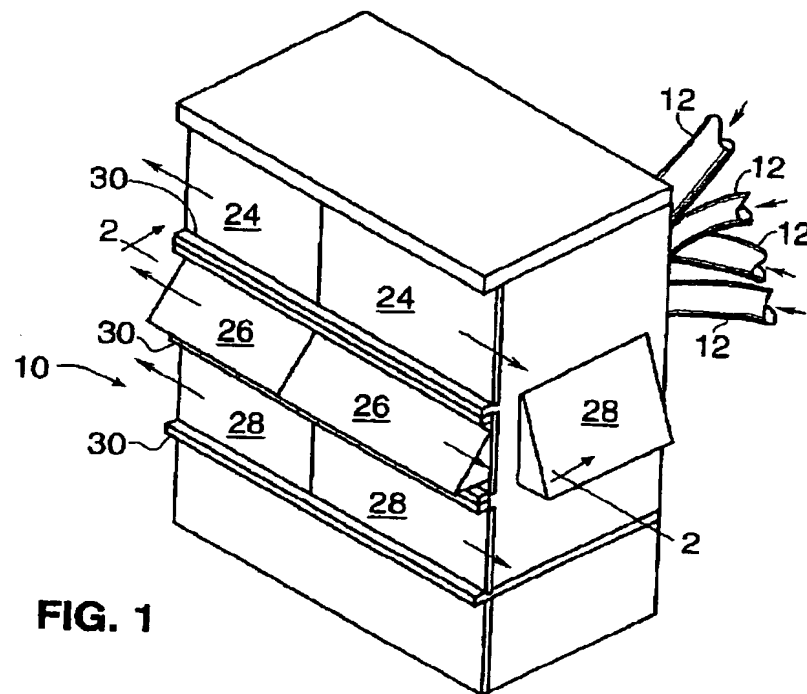


FIG. 1

【図4】

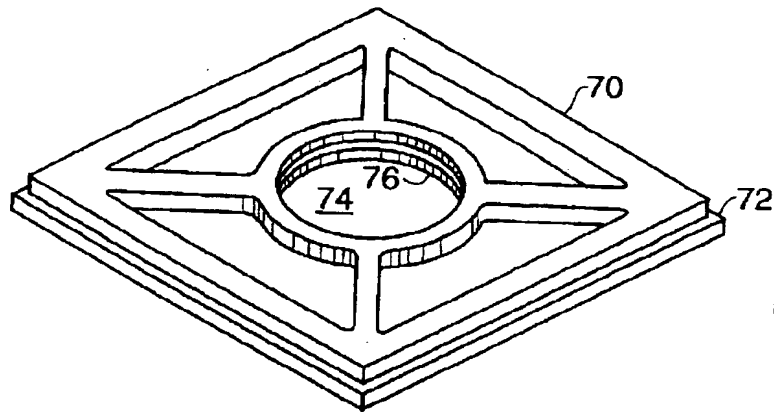


FIG. 4

【図5】

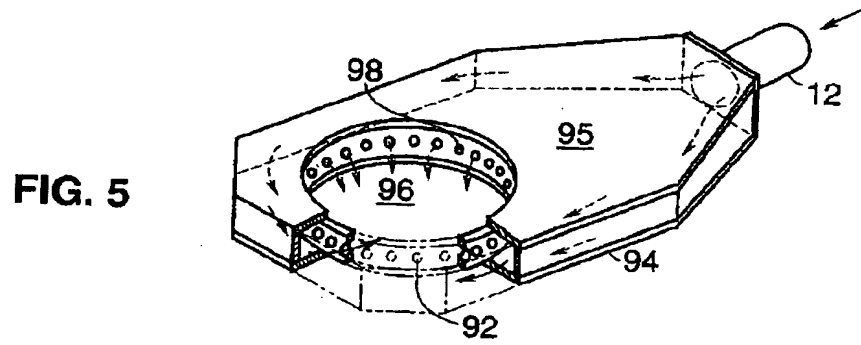


FIG. 5

【図2】

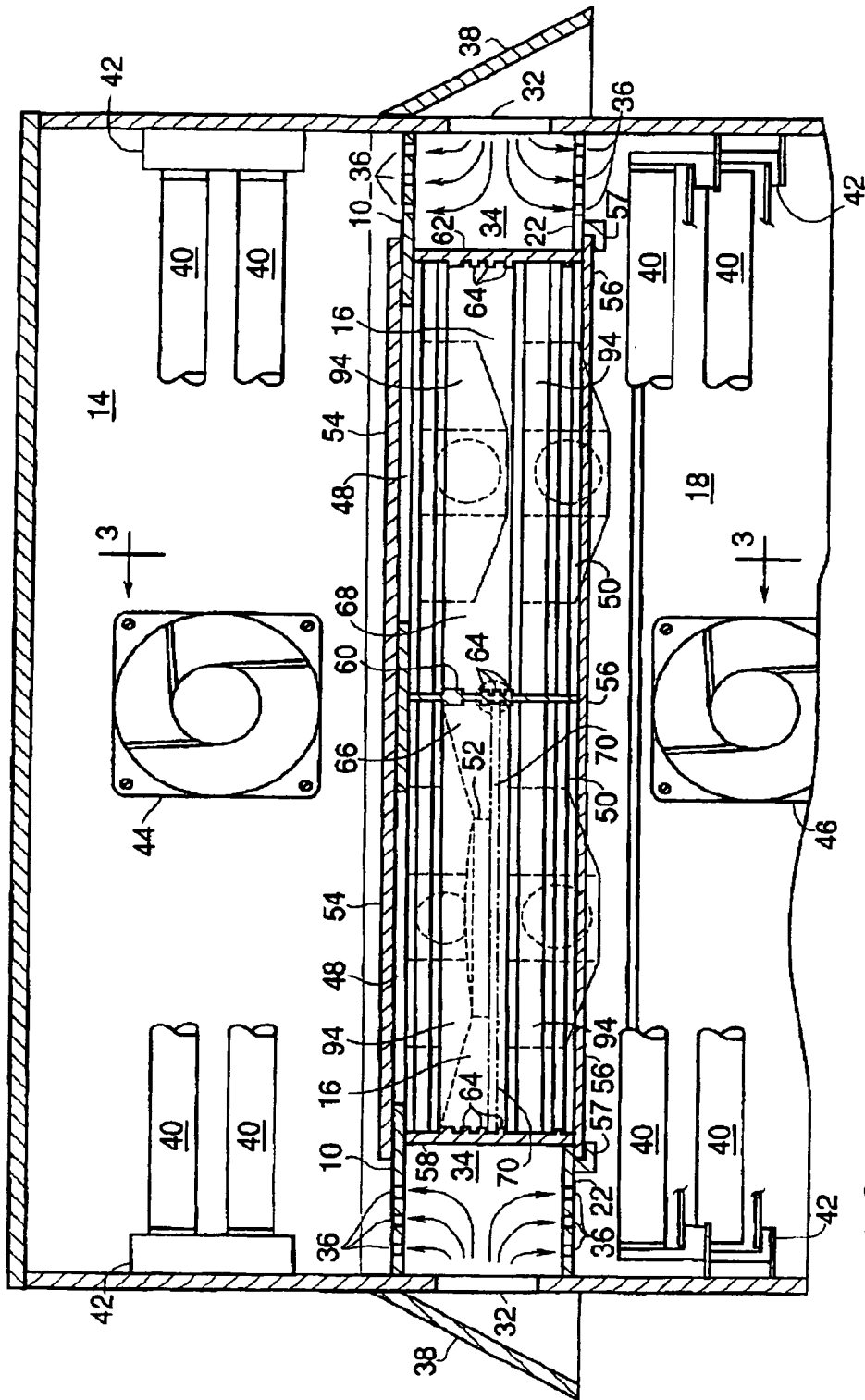


FIG. 2

【図3】

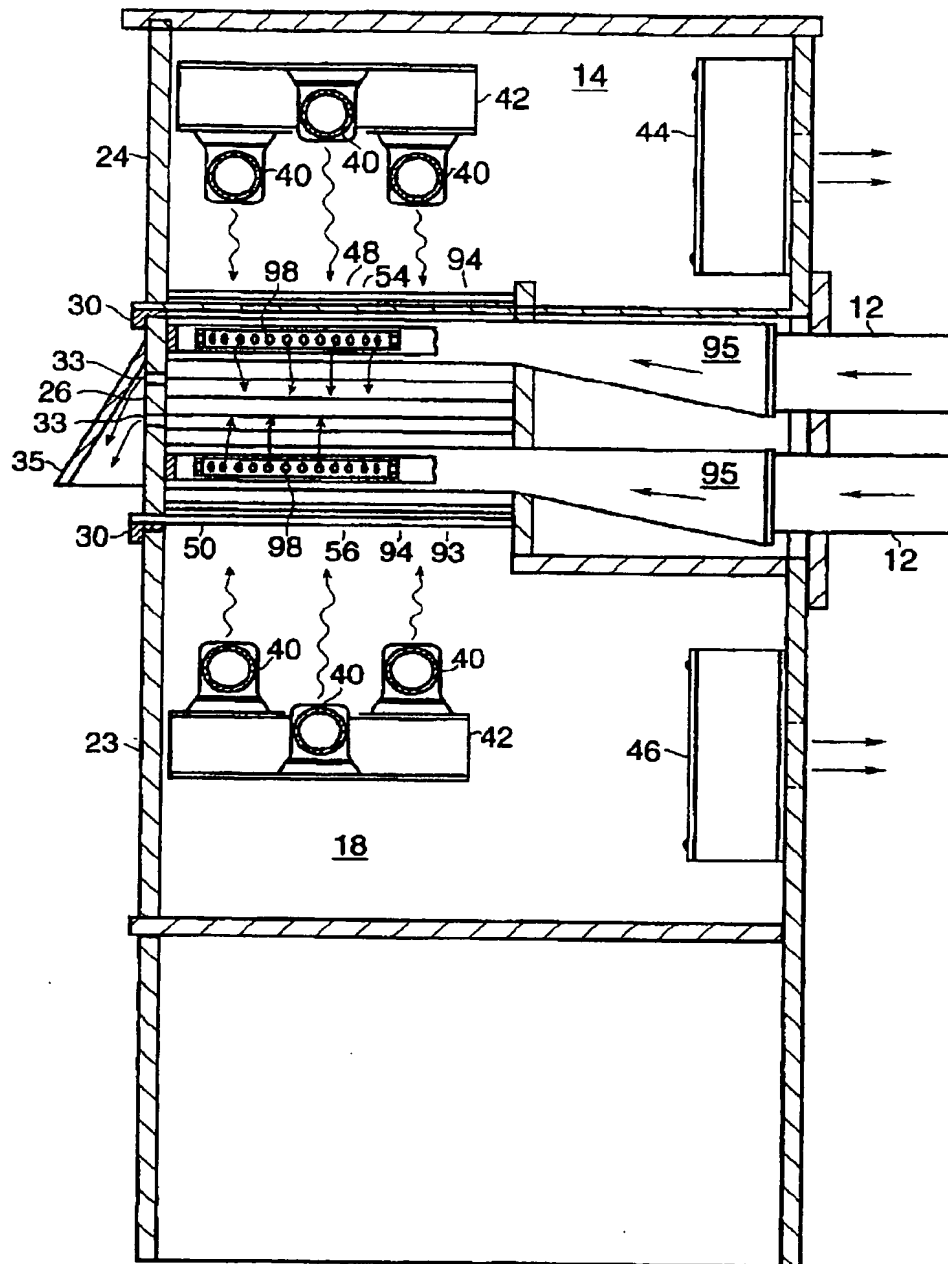


FIG. 3

【図6】

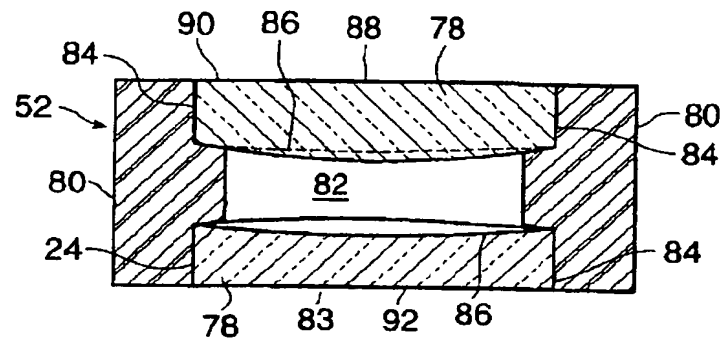
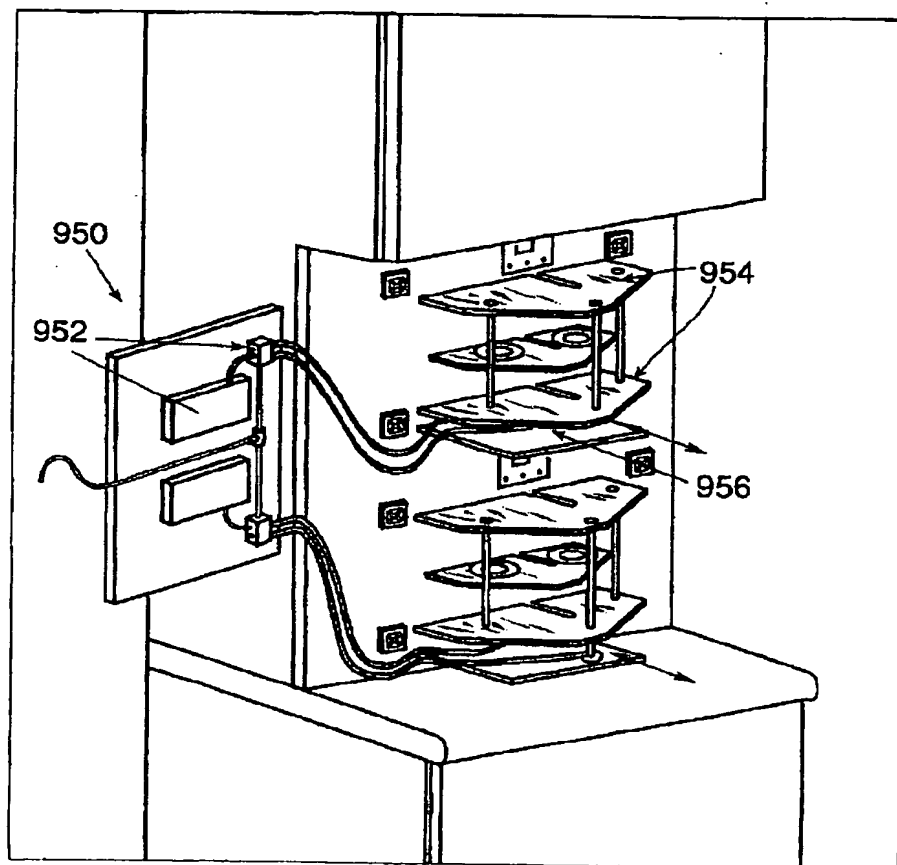


FIG. 6

【図7】

FIG. 7



【図 8】

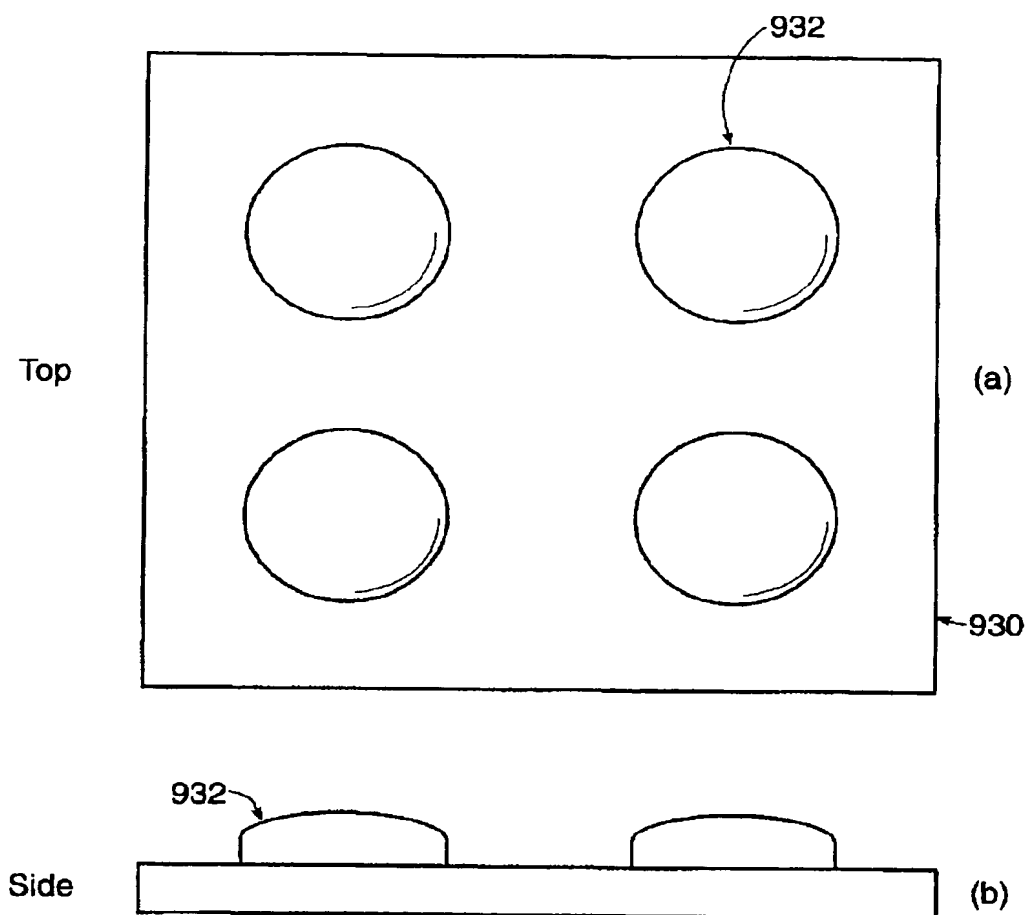


FIG. 8

【図9】

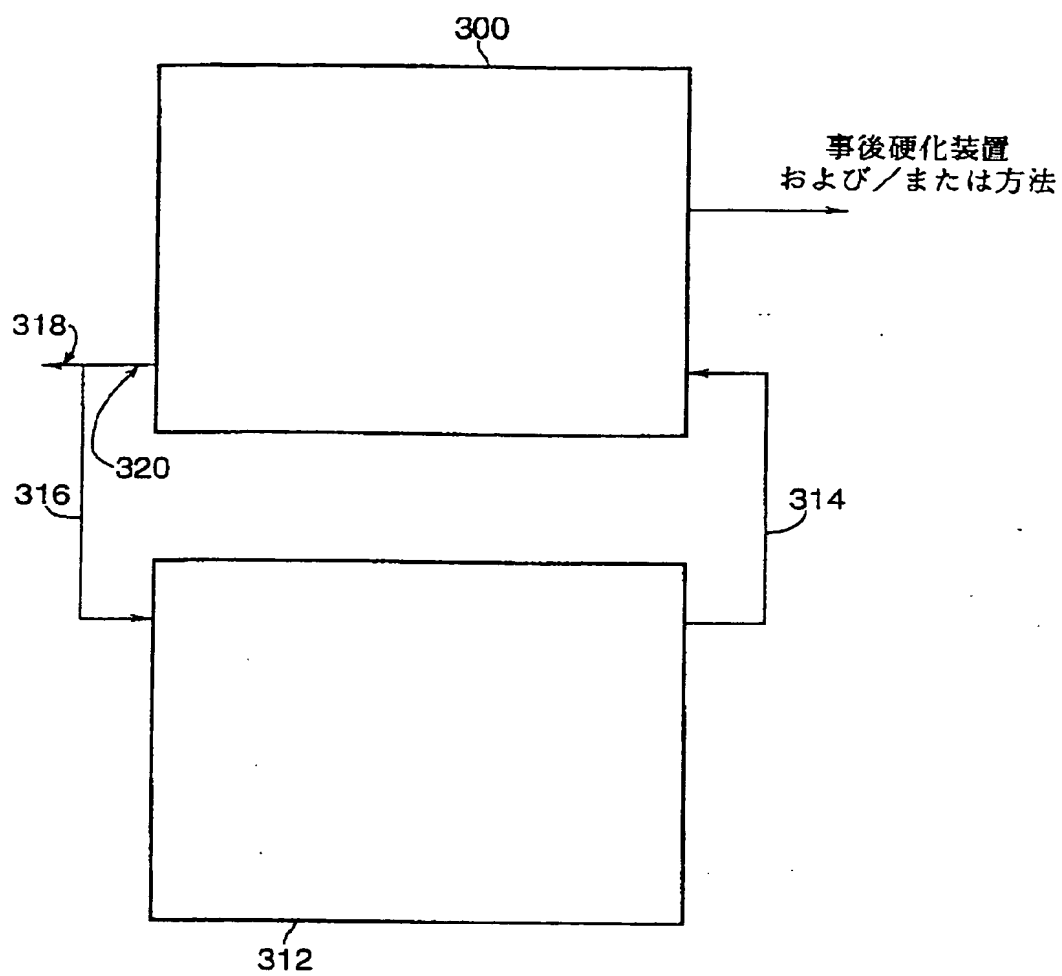


FIG. 9

【図10】

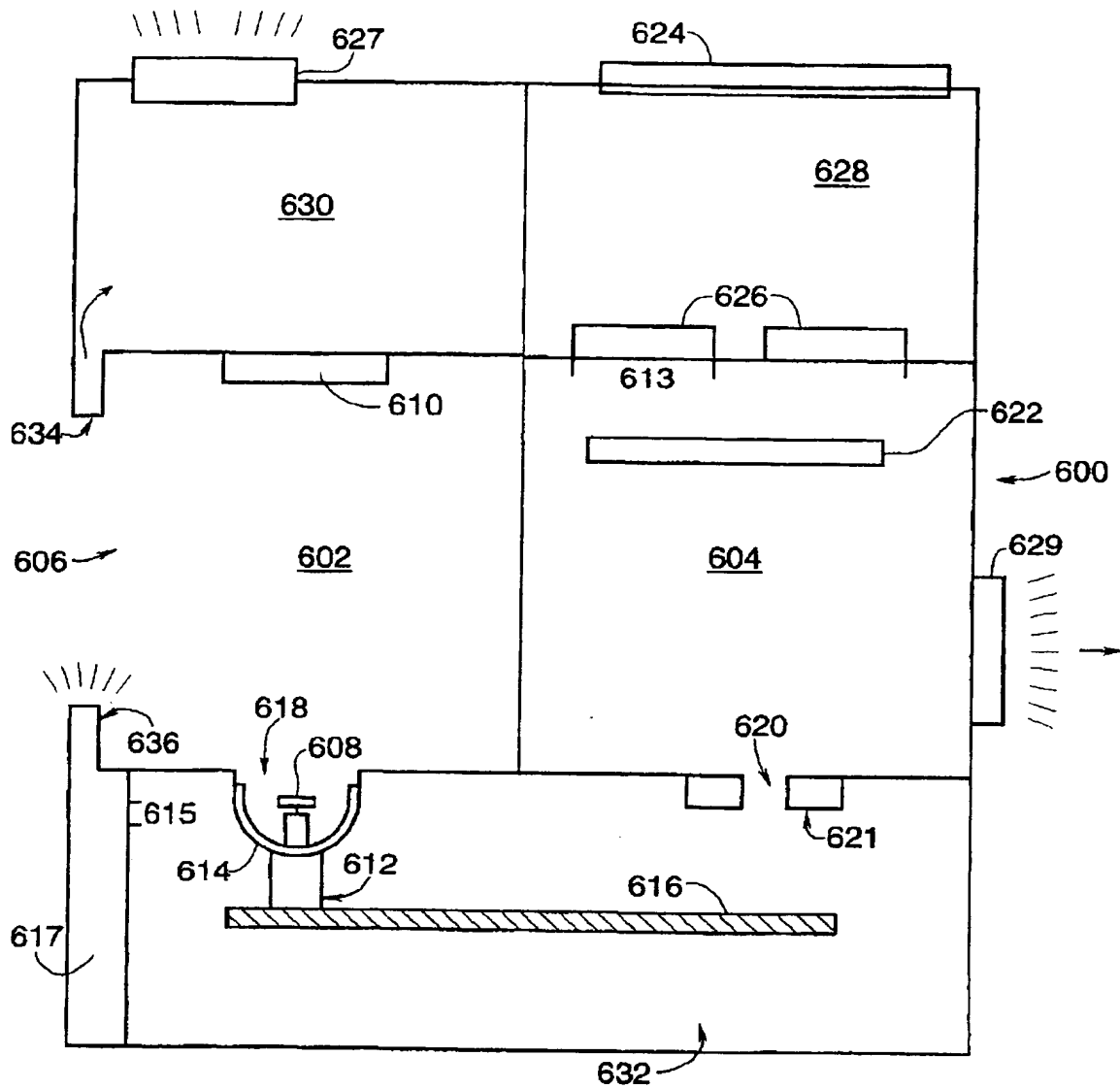


FIG. 10

【図11】

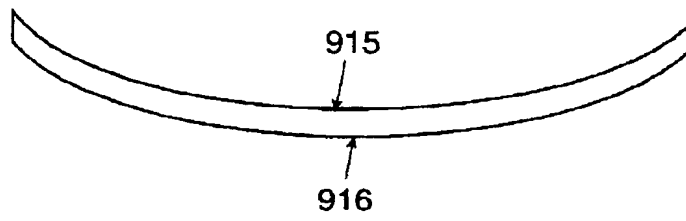


FIG. 11

【図12】

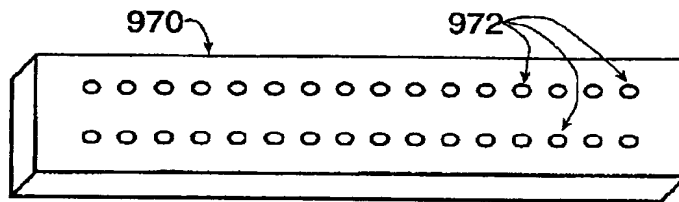


FIG. 12

【図13】

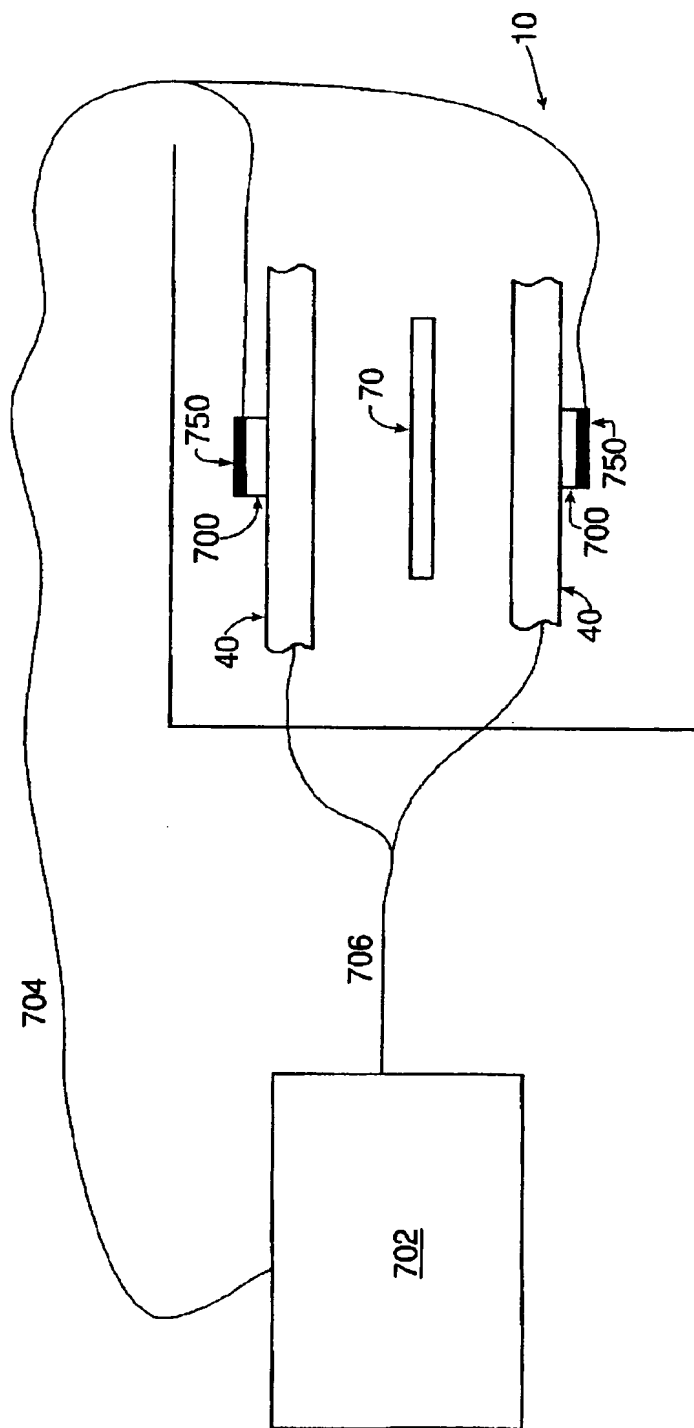


FIG. 13

【図15】

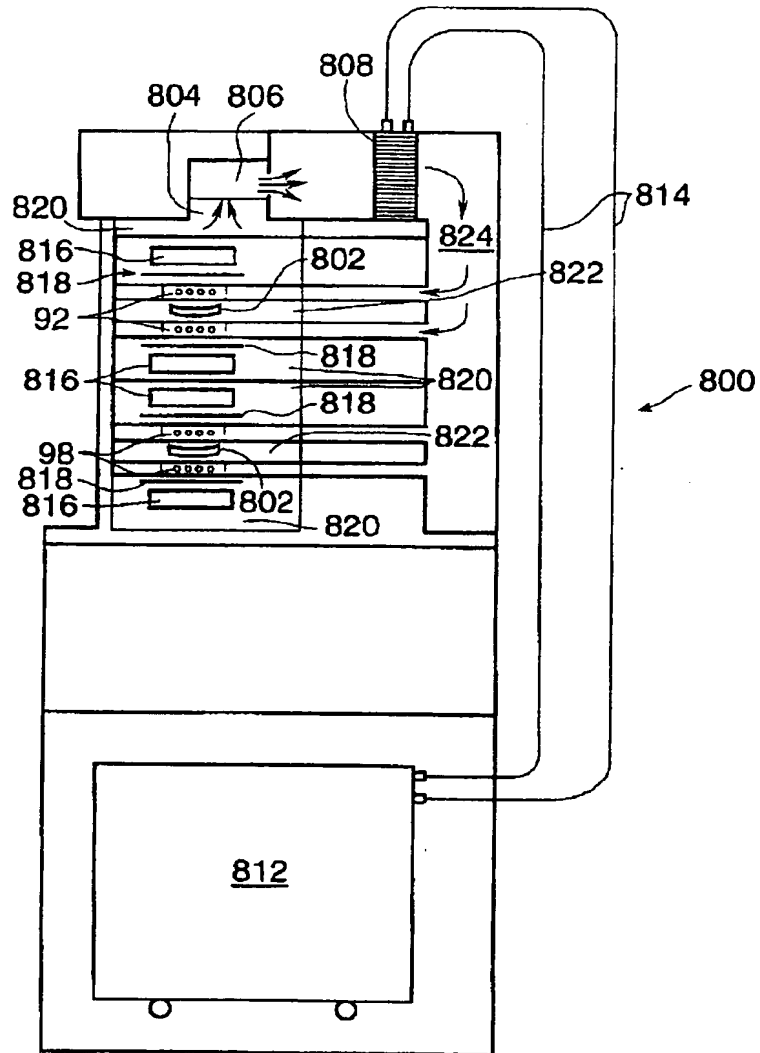


FIG. 15

【図16】

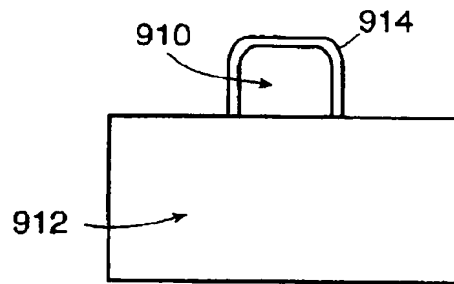


FIG. 16

【図17】

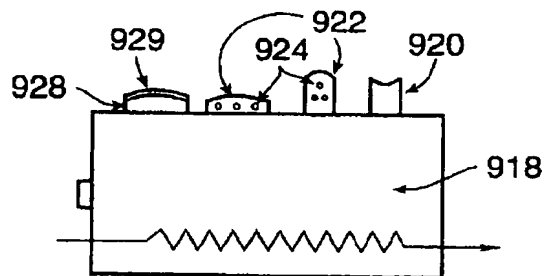


FIG. 17

【図18】

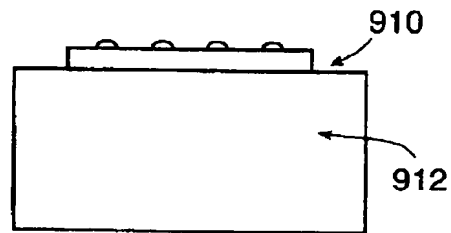


FIG. 18

【図19】

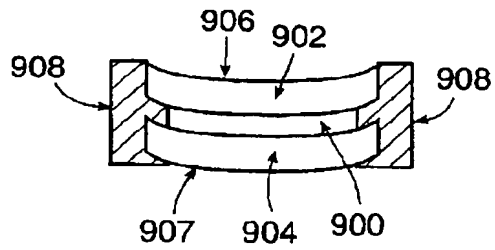


FIG. 19

【図20】

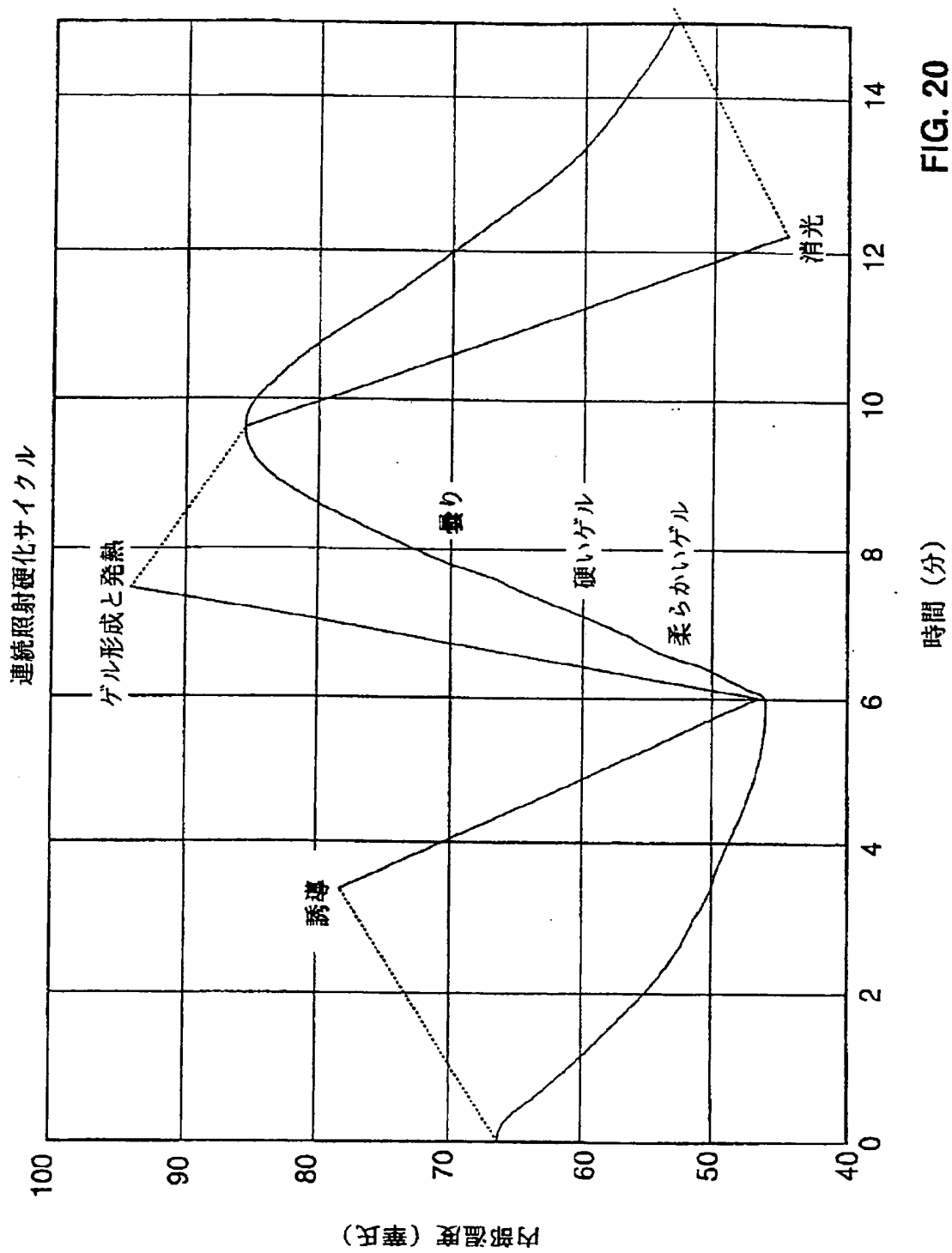


FIG. 20

【図 21】

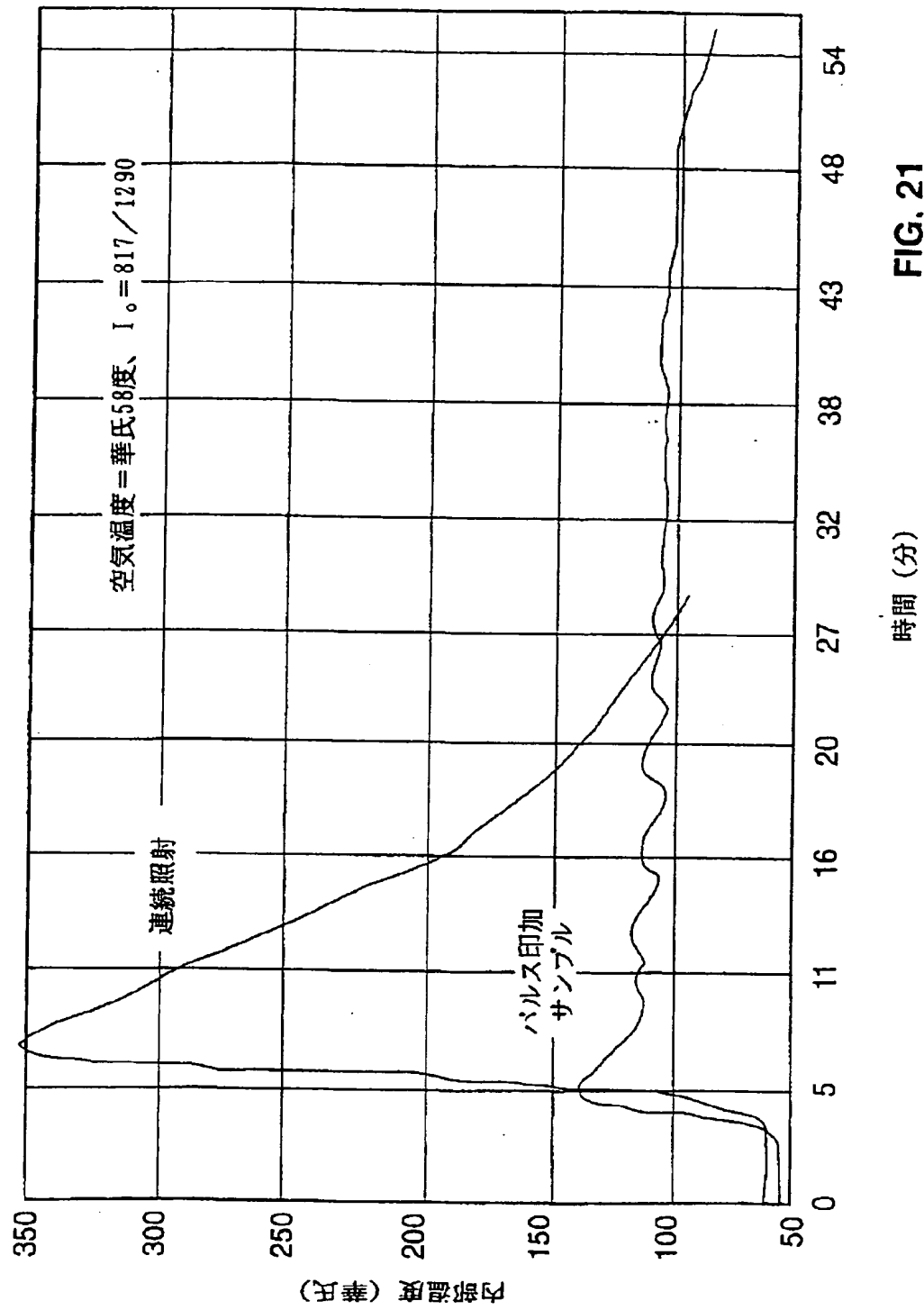


FIG. 21

【図22】

図22：パルス化方法実験の相互作用

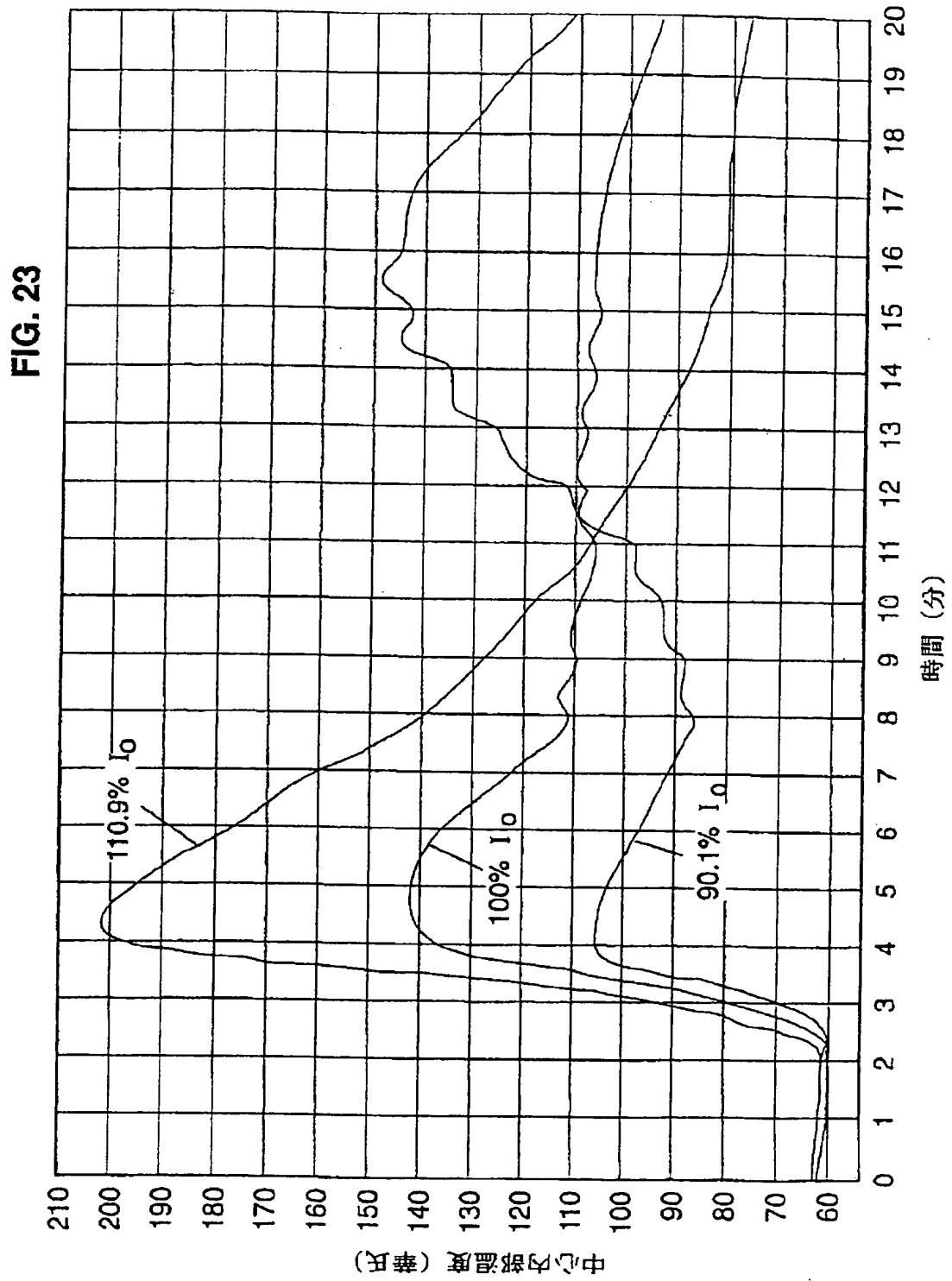
このサイクルでの変数	この変数が持とうとする効果		
	サンプルの質量	光線強度	冷却速度
光学的初期暴露時間	サンプルの質量が増加するにつれ、初期暴露時間が増す。このサンプルの質量は光線強度と相互作用して、好ましい初期暴露時間が決まる。	光線強度が増すに連れて、初期暴露時間が減少する傾向がある。光線強度レベルは、固定した硬化サイクルと初期暴露時間に対して調整するようにしてもよい。しかしながら、光線強度が変化してもサンプルのある光線「飽和」点にはほとんど影響がないと信じられている。	冷却速度はFC-104硬化チャンバー内の好ましい初期暴露時間に小さな影響を持つ傾向がある。
合計サイクル時間	サンプルの質量が増すと、発生した余分の熱を消散させるための合計サイクル時間がより必要となる。	光線強度が増すと、初期暴露時間が減少する。しかしながら、光線強度が変化しても、サンプルのある光線「飽和」点にはほとんど影響がないと信じられている。	熱除去速度が増すとパルス間の時間、したがって合計サイクル時間が減少する。
パルス間タイミング	サンプル質量が増すと、光線パルス間の冷却の期間が長くする必要がある。より多くの熱が大きなサンプルのための個々のパルスから発生される傾向があり、これによって熱除去のために必要な時間が長くなる。	所定の光線強度レベルに対してパルスの持続時間を調節して、希望の反応量を生成してもよい。パルス間のタイミングもまた調節可能である。	パルスの持続時間を調節して、硬化中の特定のレンズ形成材料に対する希望の反応量と熱発生量を生成してもよい。パルス間の冷却期間の調節もまた有益である。
			モノマーの同一性 同一のモノマーバッチ間での抑制剤および開始剤のレベルに差があると、誘導期間にかなりの影響を持つかもしれない。さまざまな照射硬化可能な化合物もまた、自身の反応性の固有の差によってその好ましい初期時間が大きく変わり得る。
			さまざまなモノマーが合計サイクル時間に対して持つ大きな影響は、好ましい初期暴露時間が異なるためである。
			パルスの持続時間を調節して、硬化中の特定のレンズ形成材料に対する希望の反応量と熱発生量を生成してもよい。パルス間の冷却期間の調節もまた有益である。

【図22】

図22：パルス化方法変数の相互作用

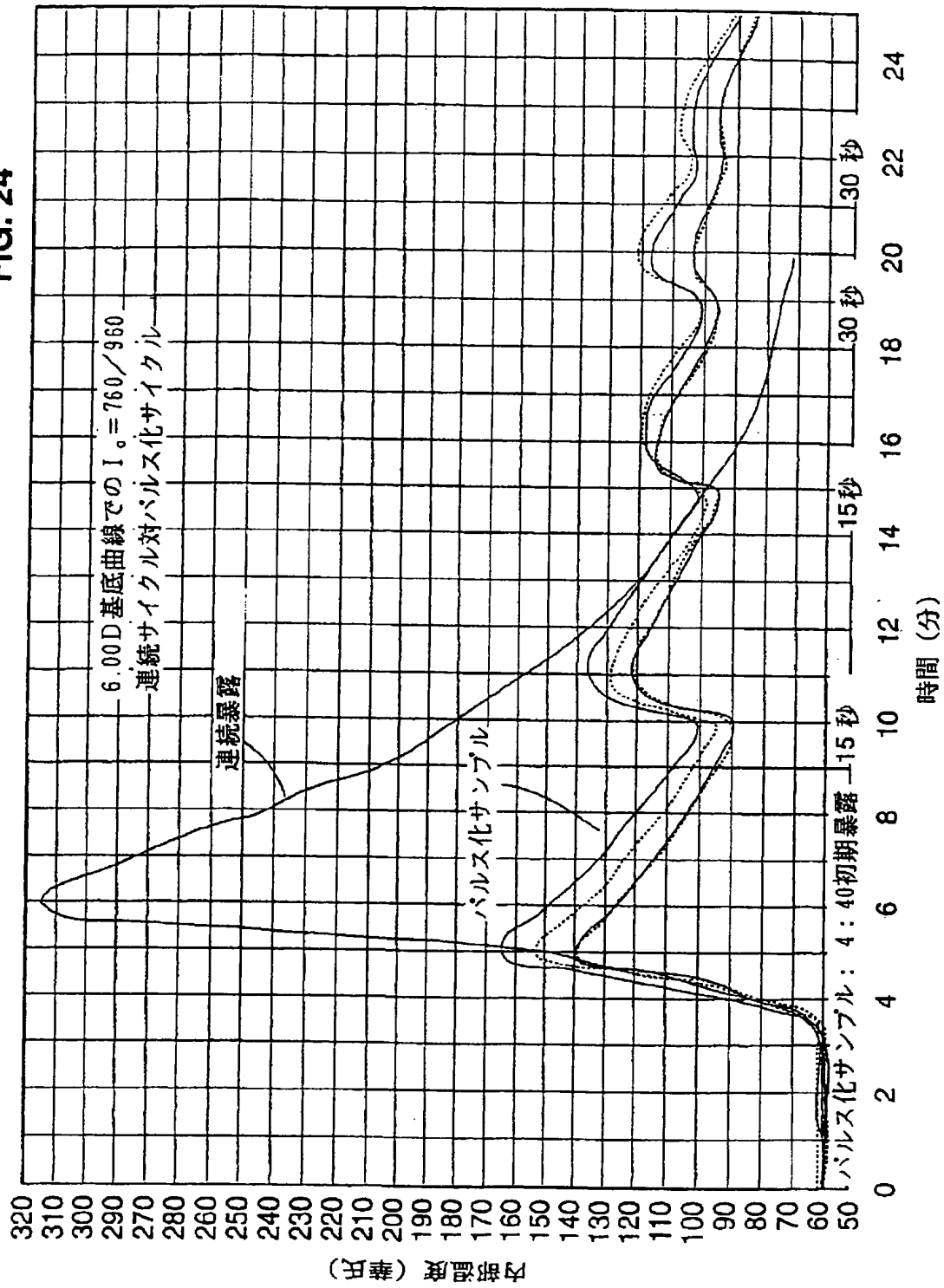
このサイクルでの変数	この変数が持とうとする効果			
	サンプルの質量	光線強度	冷却速度	モノマーの同一性
合計暴露時間	サンプル質量が増すと、初期暴露時間とパルス/冷却サイクルの数が増す。	光線強度が増すと合計暴露時間は多く減少し、減少した光線強度は多くの暴露時間を必要とする。しかしながら、光線強度が変化しても、サンプルのある光線「飽和」点にはほとんど影響ないと信じられている。	特定の質量サンプルが重合するために必要とする光線の合計照射量と冷却される速度の間には小さな関係しかない。	モノマーの同一性が合計サイクル時間に対して持つ大きな影響は、好ましい初期暴露時間が異なるからである。さまざまなレンズ形成材料もまた、その反応性に応じて長い/短い持続時間を必要とする。
パルスの持続時間	硬化サイクルのおおのこの位の間のパルスの長さはさまざまな質量のサンプルに対して調節してもよい。パルス間時間は質量に応じて増大/減少し得る。	パルスの持続時間は選択された光線強度に反比例して変化する。しかしながら、光線強度の変化は、サンプルのある光線「飽和」点にはほとんど影響ないと信じられている。	パルスは消散すべきある量の熱を発生する傾向がある。パルス持続時間は熱は除去されつつある相対的に小さいので、熱除去速度の変化は理想的なパルス持続時間にはあまり影響しない。熱除去速度が増すとパルス間の時間、したがって合計サイクル時間が減少する。	さまざまなレンズ形成材料が、その反応性に応じてそれぞれ異なるパルス持続時間を必要とする。選択された材料に対して、硬化剤と開始剤のレベルが少し変化してもパルス持続時間には影響しない傾向がある

【図23】



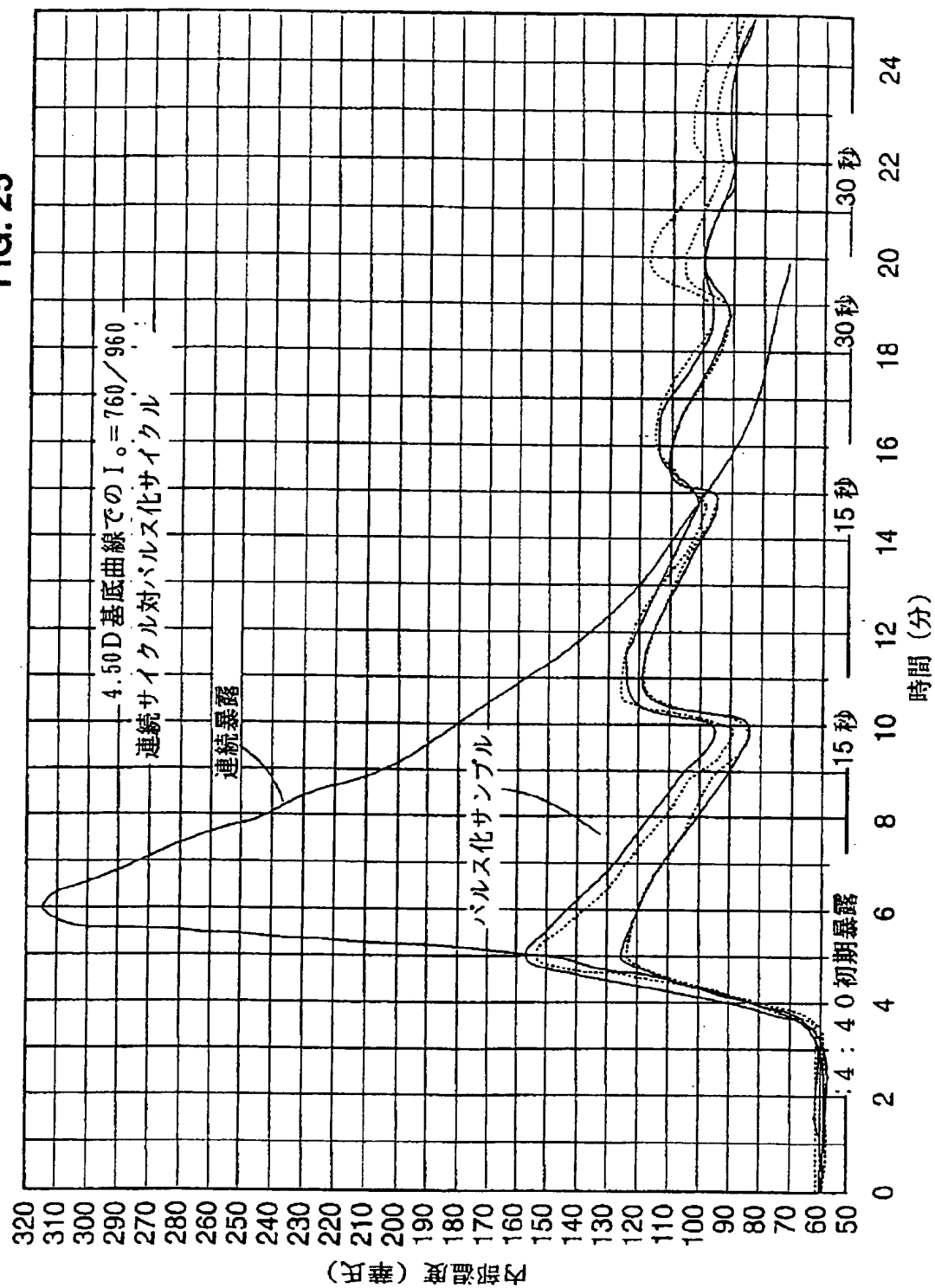
【図24】

FIG. 24



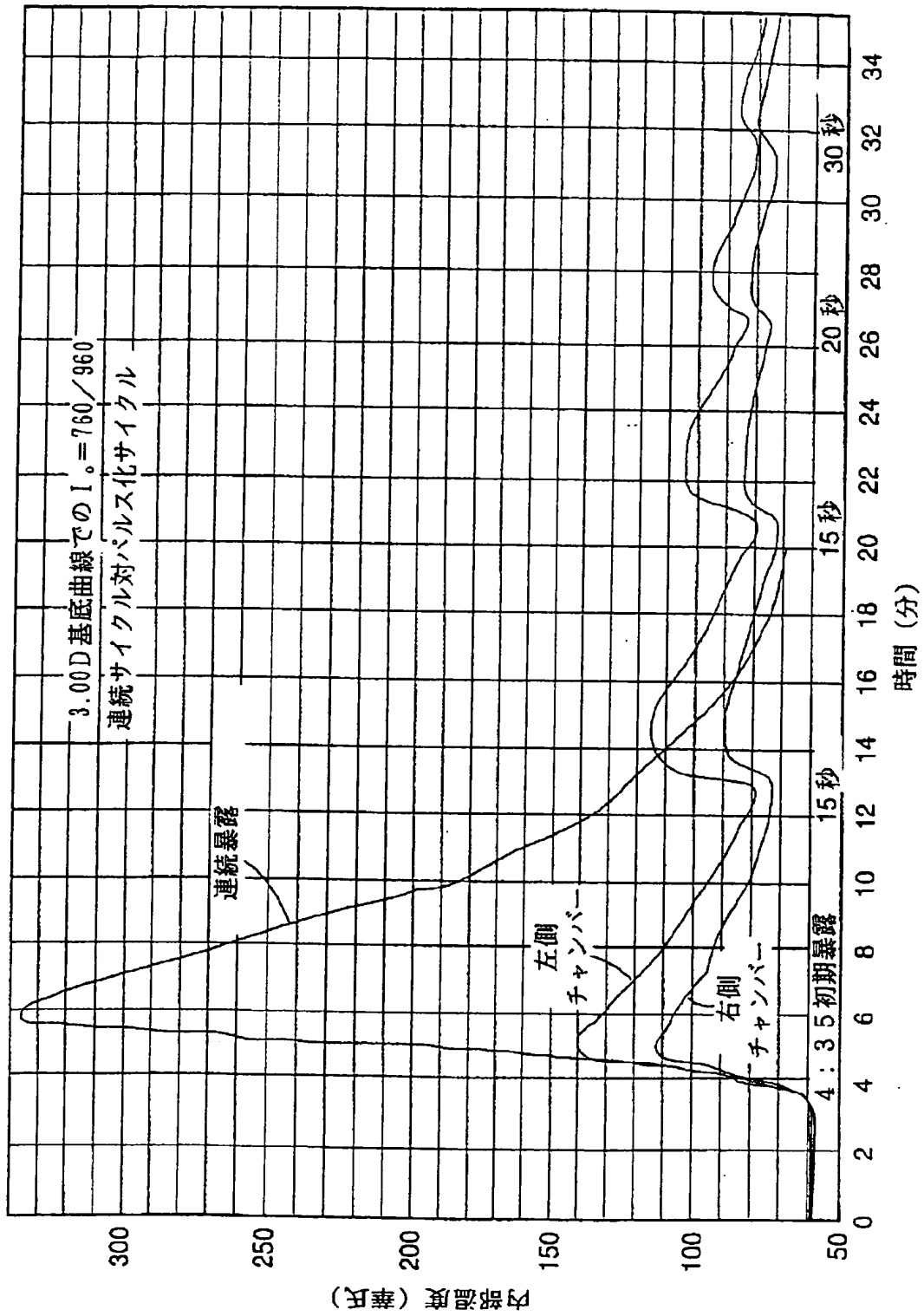
【図25】

FIG. 25



【図26】

FIG. 26



【図27】

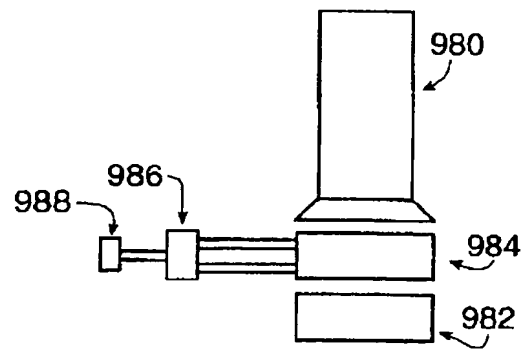


FIG. 27

【図28】

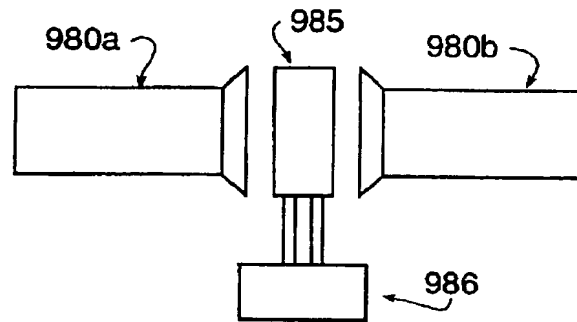


FIG. 28

【図29】

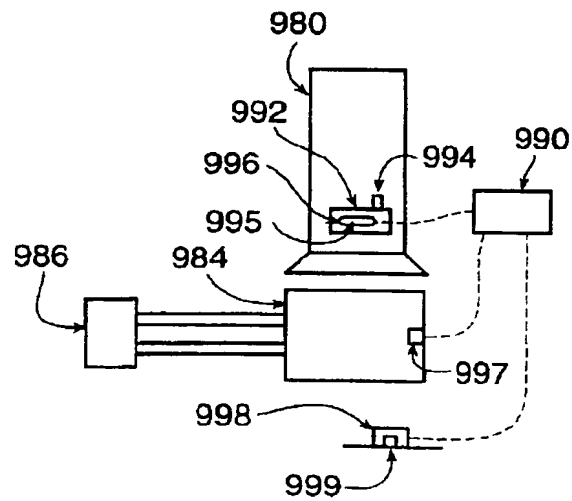
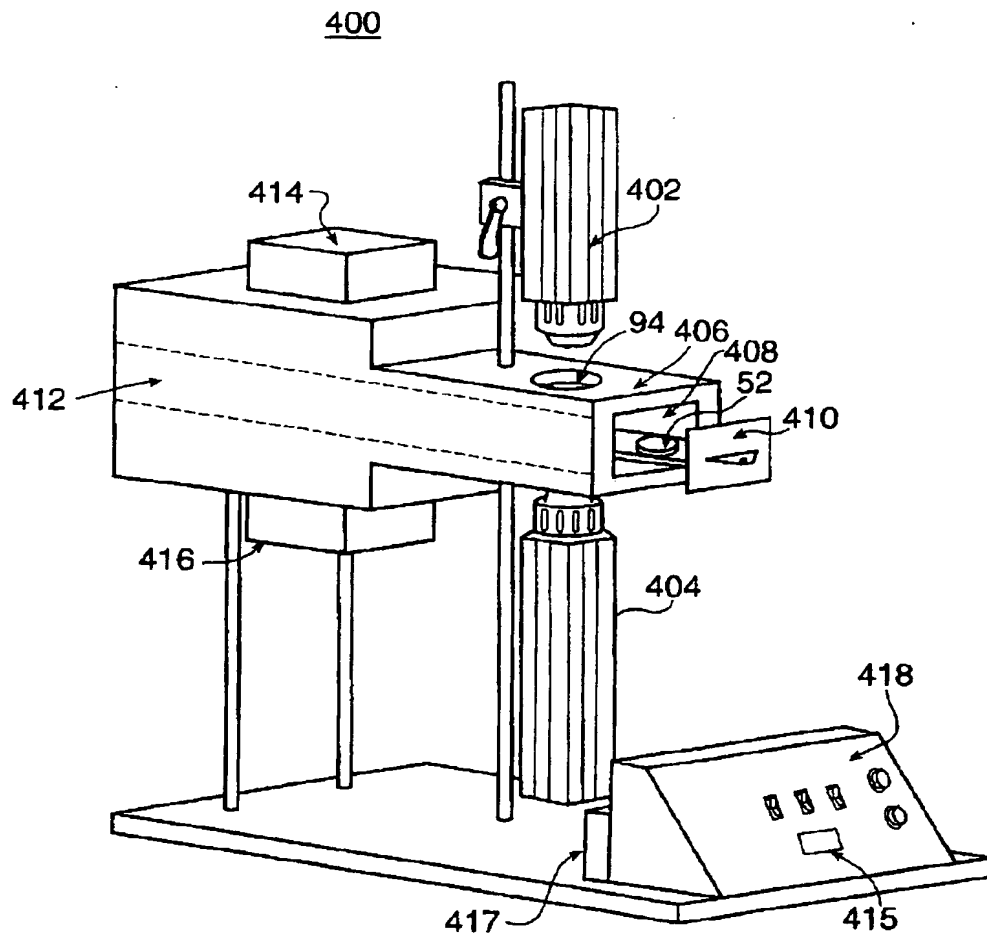
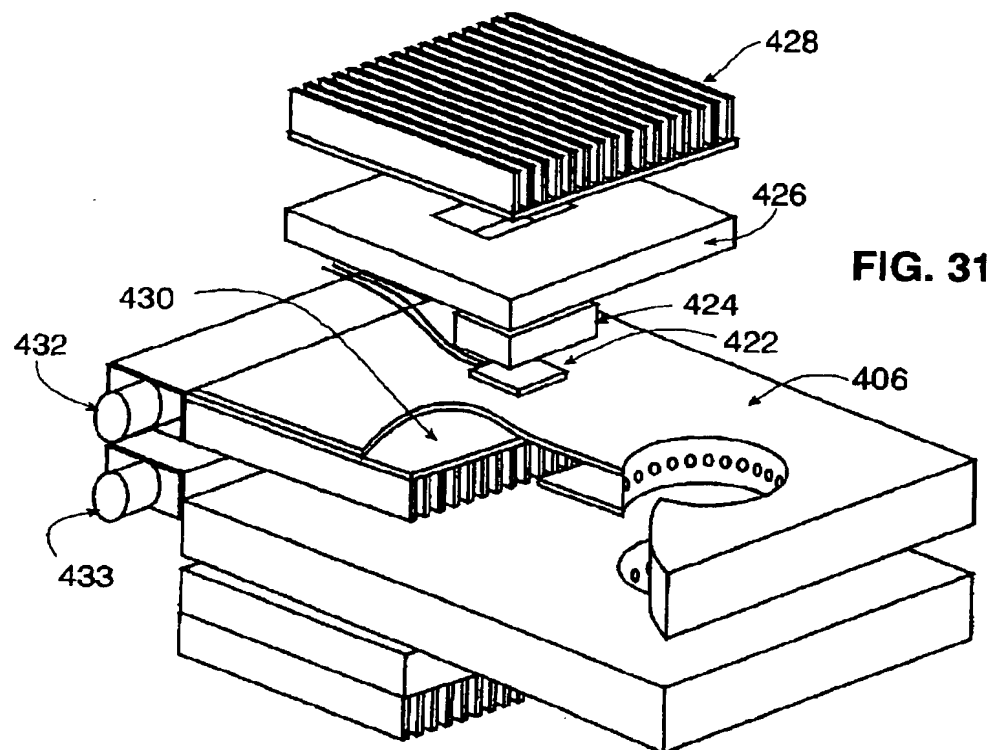


FIG. 29

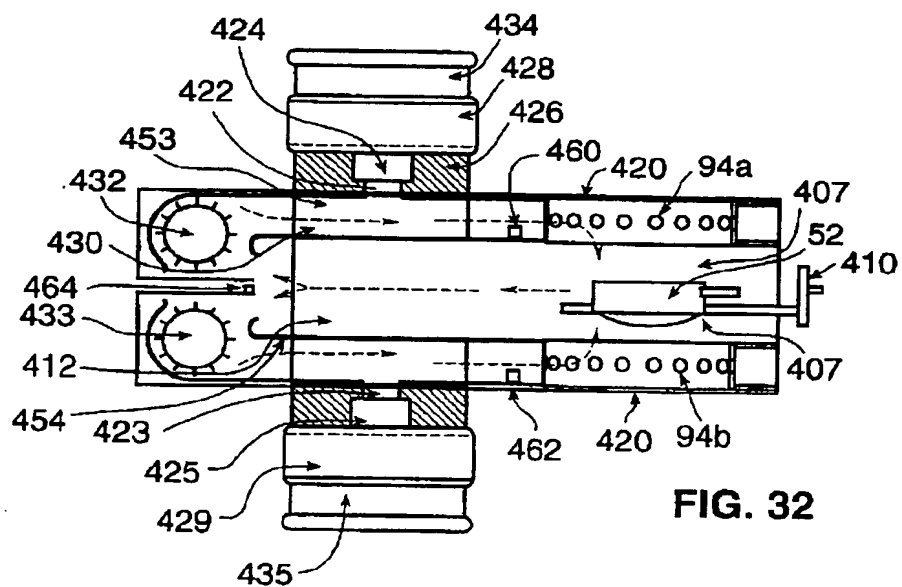
【図30】

**FIG. 30**

【図31】



【図32】



【図 3 3】

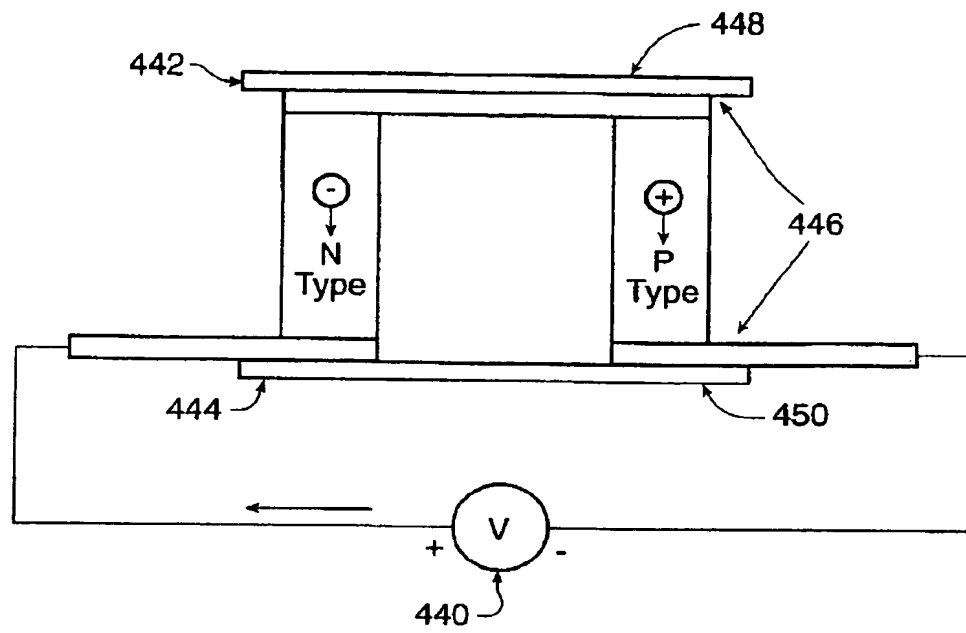


FIG. 33

【図34】

フラッシュランプ硬化サイクル

経過時間 (秒)			経過時間 (秒)		
フラッシュ 回数	頂部 ランプ	底部 ランプ	フラッシュ 回数	頂部 ランプ	底部 ランプ
1	1		27		543
2		3	28	781	
3	5		29		783
4		7	30	785	
5	9		31		787
6		11	32	905	
7	13		33		905
8		15	34	909	
9	17		35	913	
10		19	36		959
11	21		37	961	
12		23	38		963
13	25		39	965	
14		27	40	969	
15	29		41	973	
16		31	42	977	
17	33		43	1021	
18		35	44		1023
19	37		45	1025	
20		39	46		1027
21	41		47	1029	
22	45		48		1031
23	49		49	1033	
24		267	50		1035
25	269		51	1037	
26	541		52		1039

FIG. 34

【図 35】

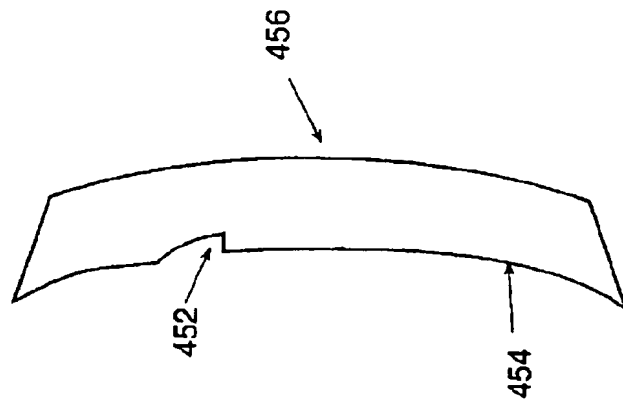


FIG. 35

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 97/06641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 B29D11/00 B29C35/08 C08J7/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 B29D B29C C08J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94 04345 A (Q2100 INC) 3 March 1994 cited in the application see the whole document	70-302
A	---	1-33
A	US 5 415 816 A (BUAZZA OMAR N ET AL) 16 May 1995 cited in the application	1-33, 70-302
P,A	US 5 514 214 A (JOEL LARRY H ET AL) 7 May 1996 cited in the application	1-33, 70-302
X	GB 1 086 114 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 4 October 1967 see page 2, line 88; claims 1,4	25,30
A	---	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 August 1997		Date of mailing of the international search report 20.02.98
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040; Tx: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer ROBERTS, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/US 97/05641

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 029 335 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 11 May 1966 see page 4, line 1; claims 1,5	25,30
A	---	1
X	GB 872 421 A (DU PONT DE NEMOURS) 12 July 1961 see page 1, line 82; claims 1,6	25,30
A	---	
A	US 4 273 809 A (LALIBERTE NORMAN U ET AL) 16 June 1981	1-33, 70-302
A	---	
A	US 4 113 224 A (CLARK JAMES A ET AL) 12 September 1978 -----	1-33, 70-302

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national application No.

PCT/US 97/06641

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. Claims 1-33, 70-302: Producing lenses by using an oxygen barrier comprising photoinitiator.
2. Claims 34-69 : Producing lenses by conductive heating

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-33, 70-302

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 97/06641

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9404345 A	03-03-94	US 5529728 A AU 5014593 A EP 0656827 A	25-06-96 15-03-94 14-06-95
US 5415816 A	16-05-95	US 4879318 A US 4728469 A AT 153594 T AU 1239592 A AU 682633 B AU 5062596 A AU 682516 B AU 7044296 A AU 682646 B AU 7044396 A CA 2100794 A CN 1063447 A DE 69220057 D DE 69220057 T EG 19279 A EP 0586380 A IL 100499 A JP 6506409 T WO 9212851 A US 5529728 A MX 9200236 A US 5364256 A US 5516468 A ZA 9200119 A AU 637069 B AU 4621989 A CA 2002075 A EP 0404888 A JP 7055972 B JP 4501130 T WO 9005629 A	07-11-89 01-03-88 15-06-97 27-08-92 09-10-97 20-06-96 09-10-97 16-01-97 09-10-97 16-01-97 18-07-92 12-08-92 03-07-97 18-12-97 30-11-94 16-03-94 10-01-97 21-07-94 06-08-92 25-06-96 01-07-92 15-11-94 14-05-96 08-07-93 20-05-93 12-06-90 18-05-90 02-01-91 14-06-95 27-02-92 31-05-90
US 5514214 A	07-05-96	NONE	
GB 1086114 A		BE 662349 A CH 445853 A	02-08-65

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 97/06641

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1086114 A		FR 1432044 A	03-06-66
		NL 6504472 A	11-10-65
		US 3309220 A	14-03-67
GB 1029335 A		BE 650441 A	03-11-64
		CH 445118 A	
		DE 1546960 A	26-11-70
		FR 1400827 A	01-10-65
		NL 6407859 A	13-01-65
		SE 319112 B	22-12-69
		US 3309219 A	14-03-67
GB 872421 A		BE 570013 A	
		CA 721243 A	
		DE 1290719 B	
		FR 1209311 A	01-03-60
		IT 594312 A	
		US 3043709 A	10-07-62
US 4273809 A	16-06-81	BR 8006852 A	28-04-81
		CA 1135464 A	16-11-82
		DE 3040221 A	14-05-81
		FR 2467679 A	30-04-81
		GB 2061982 A,B	20-05-81
US 4113224 A	12-09-78	AU 8063175 A	04-11-76
		CA 1070066 A	22-01-80
		DE 2518905 A	20-11-75
		FR 2270082 A	05-12-75
		GB 1511901 A	24-05-78
		JP 1230443 C	19-09-84
		JP 50151966 A	06-12-75
		JP 59008219 B	23-02-84
		SE 418822 B	29-06-81

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, BA, BB, BG, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU

(72)発明者 パワーズ, ギャレン・アール

アメリカ合衆国、40299 ケンタッキー、
ルイズヴィル、サラトガ・ヒル・ロード

4405

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.